

MASTER'S THESIS

De Invloed van een Werkgeheugen- en Metacognitie Interventie op de Rekenvaardigheden en de Samenhang met Geslacht bij Basisschoolkinderen in Groep 4.

Weijers, Leontine

Award date:
2020

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain.
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

pure-support@ou.nl

providing details and we will investigate your claim.

Downloaded from <https://research.ou.nl/> on date: 05. May. 2023

Open Universiteit
www.ou.nl



**De Invloed van een Werkgeheugen- en Metacognitie Interventie op de
Rekenvaardigheden en de Samenhang met Geslacht bij Basisschoolkinderen in Groep 4**

**The Influence of a Working Memory and Metacognition Intervention on Math Skills
and the association with Gender in Primary School Children in 2nd Grade**

Leontine Weijers

Master Onderwijswetenschappen
Open Universiteit

Datum : 30 augustus 2020
Begeleiding : Dr. Celeste Meijs

Inhoudsopgave

Voorwoord.....	1
Samenvatting.....	1
Summary	3
Inleiding.....	5
Probleemschets en doel van het onderzoek	5
Theoretische kader	6
Vraagstellingen en hypothesen.....	14
Methode	16
Ontwerp	16
Participanten	17
Materialen.....	17
Procedure	21
Data-analyse	23
Resultaten	24
De relatie tussen de rekenvaardigheden, het werkgeheugen en de metacognitie.....	25
Het effect van werkgeheugeninterventie en metacognitie-interventie en de samenhang met geslacht op de rekenvaardigheden, werkgeheugen en metacognitie	25
De interventie met het grootste effect op de rekenvaardigheden, werkgeheugen en metacognitie	29
Conclusie en discussie.....	30
Discussie.....	30
Beperkingen en aanbevelingen.....	36
Implicaties en conclusie	38
Referenties	39
Appendix A: Rekenvaardigheden tempotoets	47
Appendix B: Vragenlijst metacognitie	51
Appendix C: Beschrijving van de werkgeheugentaken.....	52
Appendix D: Boxplots.....	54

Voorwoord

Zes jaar geleden vond ik dat ik meer uitdaging naast mijn lesgevende taak nodig had. Na het onderzoeken van de mogelijkheden, maakte ik de keuze voor deze studie. Bedankt Conrad voor het sparren hierover. Zowel op zakelijk als privé is het nodige gebeurd in deze vijf jaar. Van leraar/onderbouwcoördinator via een gezamenlijke interim klus naar schoolleider. Dank Harrie en Michel voor het vertrouwen dat jullie me gaven en nog steeds geven. En van inwonende ouders, een ander huis, verbouwd, verhuisd, een aanrijding op de fiets met een fractuur in het tibia-plateau en een massale longembolie als gevolg, naar weer volledig gerevalideerd. Bedankt pap en mam voor alle hulp tijdens die gebeurtenissen. De laatste vijf jaar, nu zo'n 10% van mijn huidige leven, ben ik bezig geweest met het behalen van mijn master Onderwijswetenschappen aan de Open Universiteit. De masterthesis die je nu gaat lezen, is het eindresultaat. Ik ben er trots op! Ik zou dit niet bereikt hebben zonder hulp van een aantal mensen die ik graag wil bedanken.

In mijn stichting werken een aantal collega's die ik graag bedank voor hun medewerking. De werkgroep Executieve Functies, Maria, Ingrid, Lieke, Nancy en Cindy, die meedachten over de invulling en uitvoering van mijn onderzoek zodat resultaat het binnen onze stichting bruikbaar is. De directeuren Marja, Jeroen, Stijntje, Monica, Patricia, Cindy, Nancy die hun leraren enthousiasmeerden om deel te nemen aan mijn onderzoek. De intern begeleiders Karin, Ilse, Els, Michelle, Hettie, Annemieke, Karen en Marieke die de voormeting en nameting hebben afgenomen. De leraren Anita, Arja, Roy, Annerie, Marion, Sanne, Malou, Ingrid, Günther en Sigrid voor het deelnemen aan het onderzoek. Daarnaast Harrie, Michel, Monique en Ingrid voor het faciliteren van mijn studie op diverse manieren.

Ik bedank ook mijn studiegenoten Yvonne, Daniëlle, Marry Loïse, Marcia en Jolanda voor de fijne samenwerking tijdens opdrachten, het samen sparren en feedback geven tijdens de pre-master en master. Hannah en Mirjam voor de Engels/Nederlandse vertaling en Jacco voor het checken van het Engels. Brigitte voor de maandelijkse viltlessen die ontspanning op een heel ander vlak gaven waardoor ik tot nieuwe inzichten voor mijn studie kwam. Mijn vriendinnen Patricia, Esther, Patricia, Janneke, Suzanne, Louise, Anneke, Miranda en Miriam die, ieder op haar eigen manier, zorgden voor mijn ontspanning door de jaren heen als ik even niet de studieboeken hoefde of zij vonden dat ik die even moest laten voor wat het was. Anneke voor het meedenken bij het analyseren van mijn onderzoeksgegevens. Marja, Anneke en Marieke voor het kritisch lezen en geven van feedback op deze thesis. Celeste Meijs voor de prettige ondersteuning en begeleiding tijdens deze thesisperiode. Als laatste René. Jij hebt ervoor gezorgd dat het me gelukt is om deze studie te voltooien: je hielp waar nodig en gaf vooral liefde. Veel dank hiervoor.

De Invloed van Werkgeheugen- en Metacognitie Interventie op de Rekenvaardigheden en de
Samenhang met Geslacht bij Basisschoolkinderen in Groep 4

Leontine Weijers

Samenvatting

Om goed te kunnen rekenen zijn veel vaardigheden nodig, zoals executieve functies (EF) en metacognitie (MC). Zowel werkgeheugen (WM, een EF) als MC-monitoring spelen een rol bij goede rekenvaardigheden. De invloed van beide concepten op de rekenvaardigheden is separaat onderzocht, echter, een onderzoek waarin de effecten van een WM-interventie en een interventie MC-monitoring met elkaar zijn vergeleken, is niet voorhanden. Onderzoek geeft aan dat beide te trainen zijn (e.g. Desoete, Roeyers & De Clercq, 2003; Passolunghi & Costa, 2016). Welke interventie het meeste effect heeft op de rekenvaardigheden, het WM en de MC is onbekend. Tevens wordt meer inzicht verkregen in de samenhang van de effecten van beide interventies met geslacht op de rekenvaardigheden, het WM en de MC.

Het eerste doel van dit onderzoek was na te gaan welke effecten een WM- en MC-interventie hebben op de rekenvaardigheden, WM en MC. Het tweede doel was te onderzoeken welke interventie, een WM-interventie of een MC-interventie, het grootste effect heeft op de rekenvaardigheden, het WM en de MC. Een derde doel was de samenhang tussen de effecten van beide interventies op de rekenvaardigheden, het WM en de MC met geslacht te onderzoeken.

In dit kwantitatieve quasi-experimenteel onderzoek met een voor- en nameting werden interventiegroepen (WM en MC) met elkaar en met een controlegroep vergeleken. In dit onderzoek participeerden 106 kinderen, 57 jongens en 49 meisjes, uit groep vier van reguliere basisscholen in het zuidoosten van het land. De effecten van de WM-interventie en MC-interventie op de rekenvaardigheden, WM en MC en de samenhang tussen de effecten op de rekenvaardigheden, WM en MC met geslacht werden onderzocht met vier repeated measures ANOVA's drieweg variantieanalyses (Creswell, 2014). Middels ANOVA's werd onderzocht welke interventie (WM of MC) het grootste effect had op de rekenvaardigheden, WM en MC.

De rekenvaardigheden werden bepaald door de gevalideerde Cito-LOVS rekenen/wiskundetoets 3.0 en een gevalideerde rekenvaardigheden tempotoets (Van der Wurff, Meijs, Resch, Hurks & de Groot, 2020). Om het verbaal WM te bepalen, werd de Digit Span, voorwaarts en achterwaarts digitaal afgenomen via 'Inquisit Lab' van Millisecond (2017). De MC werd gemeten

door middel van de het onderdeel monitoring van de *Measurement of Young Pupils Metacognitive Abilities in Mathematics* (Panaoura & Philippou, 2003).

Een WM-interventie leidde tot meer verbetering van de algemene rekenvaardigheden en de MC-interventie leidde tot meer verbetering van het automatiseren. Een WM-interventie leidde tot meer verbetering van de algemene rekenvaardigheden dan een MC-interventie. Er waren geen verschillen in de samenhang van de effecten van de interventies tussen jongens en meisjes. Jongens scoorden en verbeterden zich meer op de algemene rekenvaardigheden dan meisjes terwijl meisjes beter zijn in MC-monitoring dan jongens.

Beide interventies, het spelen van werkgeheugenspellen en de MC-monitoringvragen, zijn eenvoudig in te passen in het dagelijkse onderwijs. Welke interventie wordt ingezet, hangt af van welke vaardigheid getraind moet worden: algemene rekenvaardigheden of automatiseren. Bij vervolgonderzoek wordt aangeraden om de interventies vooraf te demonstreren bij de leraren. Daarnaast is meer onderzoek naar de samenhang van een MC-interventie, algemene rekenvaardigheden en automatiseren nodig.

Trefwoorden: executieve functies, werkgeheugen, metacognitie, monitoring rekenvaardigheden, geslacht

The Influence of Working Memory and Metacognition Intervention on Math Skills and Gender
Differences in Primary School Children in 2nd Grade

Leontine Weijers

Summary

Numerous skills are required to calculate properly, such as executive functions (EF) and metacognition (MC). Both working memory (WM, an EF) and MC-monitoring play a role in good math skills. The influence of both concepts on math skills has been investigated separately, however, a study comparing the effects of a WM intervention and an intervention MC-monitoring with each other is not available. Research indicates that both can be trained (e.g. Desoete et al., 2003; Passolunghi & Costa, 2016). Which intervention has most effect on math skills, WM and MC is yet unknown. In addition, more insight is needed into the coherence of the effects of both interventions with gender on math skills, WM and MC.

The first aim of this study was to investigate the effects of the WM intervention and the MC intervention on math skills, WM and MC. The second aim was to investigate which intervention, WM intervention or MC intervention, improves math skills more, a WM or MC intervention. A third aim was to investigate the coherence of the effects of both interventions on math skills, WM and MC with gender.

In this quantitative quasi-experimental study with a pre- and post-measurement, intervention groups (WM and MC) were compared with each other and with a control group. In this study, 106 children participated, 57 boys and 49 girls, in 2nd grade of regular primary schools, southeast of the country. The effects of the WM intervention and MC intervention on math skills, WM and MC and the relation with gender on math skills, WM and MC were investigated with four repeated three-way analysis of variance measures (Creswell, 2014). ANOVA's were executed to study which intervention (WM or MC) has the largest impact on math skills, WM and MC.

Math skills were measured with the validated Cito-LOVS arithmetic/mathematics test 3.0 and a validated tempo test (Van der Wurff, Meijs, Resch, Hurks & de Groot, 2020). To determine verbal WM, a Digit Span backward was used, administered digitally via Millisecond's 'Inquisit Lab' (2017). MC was measured using the part 'monitoring' of the *Measurement of Young Pupils Metacognitive Abilities in Mathematics* (Panaoura & Philippou, 2003).

The WM intervention led to more improvement of general math skills and the MC intervention led to more improvement in speed arithmetic math skills. The WM intervention had a larger positive effect for math skills than the MC intervention. There were no differences in the

relation of the effects of the interventions between boys and girls. Boys scored and improved more on general math skills than girls, while girls were better at MC monitoring than boys.

Both interventions, playing WM games and the MC monitoring questions, are easy to fit into daily education. Which intervention will be deployed depends on which skill you want to train: general or speed arithmetic math skills. In follow-up research it's recommended to demonstrate the interventions in advance with the teachers. In addition, more research is needed into the relationship between an MC intervention, general math skills and speed arithmetic skills.

Keywords: executive functions, working memory, metacognition, monitoring, math skills, gender

Inleiding

Probleemschets en doel van het onderzoek

Executieve functies (EF) en metacognitie (MC) zijn belangrijke voorspellers van de leerprestaties van een kind (Bryce, Whitebread & Szucs, 2014; Roebers, 2017), bijvoorbeeld op rekengebied (Duncan et al., 2007). Als een kind een rekenopgave maakt, moet het weten welke aanpak nodig is, tussenstappen onthouden en komen tot het juiste antwoord. Het kind moet hiervoor over een goede rekenvaardigheid beschikken (Stelwagen & Hoogland, 2015; Wagner & Davis, 2010) en maakt gebruik van executieve functies (EF's) en metacognitie (MC) (e.g. García, Rodríguez, González-Castro, Álvarez-García & González-Pienda, 2016).

EF's bestaan uit cognitieve processen die nodig zijn om (nieuwe) activiteiten te controleren en coördineren. Ze dragen bij aan het redeneren, problemen oplossen en plannen. EF's worden veelal onderverdeeld in inhibitie, cognitieve flexibiliteit en werkgeheugen (Diamond, 2013; Miyake et al., 2000; Van der Ven, Kroesbergen, Boom & Leseman, 2012). Inhibitie is het beheersen van aandacht, gedrag, gedachten en/of emoties en cognitieve flexibiliteit is de capaciteit om je aan te passen aan veranderingen (Diamond, 2013). Het werkgeheugen (WM) is de capaciteit om informatie voor een korte tijd op te slaan en te manipuleren en is van groot belang bij het rekenen (e.g. Friso-Van den Bos, van der Ven, Kroesbergen & van Luit, 2013). Een voorbeeld is het vasthouden van tussenoplossingen bij complexere opgaven (Baddeley, 2012). Het WM is sterk gerelateerd aan de leermogelijkheden en leerprestaties op het gebied van de rekenvaardigheden (De Smedt, Janssen, Bouwens, Verschaffel, Boets & Ghesquière, 2009b; Friso-Van den Bos et al., 2013; Gijssels, Meijs, Neroni, Kirschner & de Groot, 2017). Een zwakker WM leidt tot een vertraagde automatisering waardoor het rekenen langzamer verloopt (Alloway, 2009; Baddeley, 2012; De Smedt et al., 2009b; Passolunghi, Mammarella & Altoè, 2008). Individuele verschillen op het gebied van de rekenvaardigheden en WM voorspellen de latere verschillen in rekenvaardigheid (e.g. De Smedt, Verschaffel & Ghesquière, 2009a; De Smedt et al., 2009b).

Naast WM is ook MC een belangrijke voorspeller van leerprestaties (Roebers, 2017). Het is de kennis die een persoon heeft over de eigen informatieverwerkingsvaardigheden, cognitieve taken en strategieën om deze uit te voeren (García et al., 2016; Roebers, Cimeli, Röthlisberger & Neuenschwander, 2012; Schneider & Artelt, 2010). Het behoort tot de denkvaardigheden van de executieve vaardigheden, die gerelateerd zijn aan analyseren, plannen, monitoren, reflecteren en evalueren ofwel het 'hogere orde denken' (Diamond, 2013; Schneider & Artelt, 2010; Pennequin, Sorel & Mainguy, 2010a). Volgens Schneider en Artelt (2010) spelen MC-evaluatie en MC-monitoring een rol bij goede rekenprestaties.

Uit onderzoek blijkt dat kinderen die een algemene interventie MC krijgen, nadien tot betere (reken)resultaten komen (e.g. Desoete et al., 2003; Schneider & Artelt, 2010). Daarnaast wijst onderzoek naar MC, van bijvoorbeeld Alexander, Pate, Kulikowich, Farell en Wright (1989), uit dat domein- en strategie kennis effectief kan worden getraind. Echter, domein-specifieke kennis, kennis gericht op een bepaald (reken) onderwerp, is eenvoudiger overdraagbaar (e.g. door het ontlasten van WM bij rekenen). Dus, de resultaten van onderzoeken naar interventies, een WM-interventie of een MC-interventie, geven aan dat de beide interventies tot betere rekenresultaten leiden.

Leraren willen het beste uit hun leerlingen halen en gebruiken daarvoor, naast de methode, interventies waarvan zij denken dat deze tot het beste resultaat leiden, bijvoorbeeld een WM- of MC-interventie. Er is geen onderzoek bekend waarin de effecten van een WM-interventie en een interventie MC-monitoring met elkaar zijn vergeleken op rekengebied, het WM en de MC en welke interventie het grootste effect heeft op de rekenvaardigheden, het WM en de MC. Het eerste doel van dit onderzoek is daarom na te gaan welke effecten een WM- en MC-interventie hebben op de rekenvaardigheden, WM en MC. Het tweede doel van dit onderzoek is te onderzoeken welke interventie, een WM-interventie of een MC-interventie het grootste effect heeft op de rekenvaardigheden, het WM en de MC.

Tussen jongens en meisjes zijn beperkte verschillen bekend op het gebied van rekenvaardigheden, het WM en de MC. Jongens presteren beter op het gebied van ruimtelijk redeneren, hetgeen correleert met betere rekenprestaties (Van Tetering, van der Donk, de Groot & Jolles, 2019), terwijl meisjes hun MC-strategieën op een andere manier inzetten (Bidjerano, 2005; Ciascai & Haiduc, 2011; Zimmerman & Martinez-Pons, 1990)). Er is echter geen significante relatie bekend tussen de rekenvaardigheden, geslacht en het WM (Gathercole, Pickering, Ambridge & Wearing, 2004; Lynn & Irwing, 2008) en tussen de rekenvaardigheden, geslacht en de MC (Desoete et al., 2003). Een derde doel van dit onderzoek is daarom de samenhang van de effecten van beide interventies op de rekenvaardigheden, het WM en de MC met geslacht te onderzoeken.

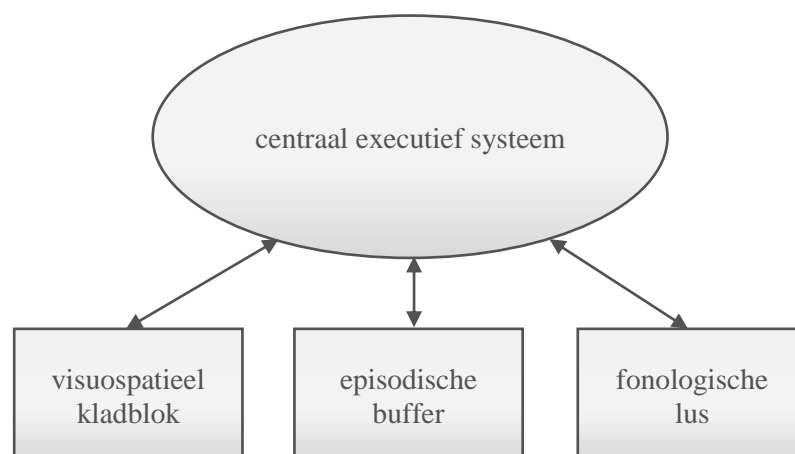
Theoretische kader

Executieve functies. Executieve functies (EF's) zijn cognitieve processen die je gedrag, gedachten en emoties aansturen. Dit gebeurt in het voorste gedeelte van het brein, ook wel de frontale cortex genoemd. Het voorste gedeelte van de frontale cortex is de prefrontale cortex, die een grote rol speelt bij het aansturen van gedrag. De rijping van de prefrontale cortex duurt tot in de puberteit. Het lijkt erop dat naarmate de prefrontale cortex 'groeit' de EF's functioneler worden. EF's dragen bij aan redeneren, problemen oplossen en plannen, ook wel het 'hogere-orde denken' genoemd en worden veelal onderverdeeld in de basale processen inhibitie, werkgeheugen (WM) en cognitieve flexibiliteit

(Diamond, 2013; Miyake et al., 2000; Smidts & Huizinga, 2017; Van der Ven, Kroesbergen, Boom & Leseman, 2012).

Inhibitie, de eerste component van EF's, houdt in dat iemand in staat is om zijn aandacht, gedrag, gedachten en/of emoties te beheersen. Hierdoor kunnen we kiezen om te veranderen, hoe we reageren en hoe we ons gedragen (Diamond, 2013). Cognitieve flexibiliteit is de tweede component welke mensen in staat stelt om zaken vanuit verschillende perspectieven te zien, ruimtelijk en persoonlijk. Cognitieve flexibiliteit impliceert ook flexibiliteit om je aan te passen aan veranderende vragen en prioriteiten, toegeven dat je fouten maakt en dat je kunt profiteren van onverwachte voordelen (Diamond, 2013). De derde component, het WM, heeft de functie van het opslaan en het manipuleren van informatie voor een korte periode (Diamond, 2013; Baddeley, 2012) en is van belang om goed te kunnen rekenen. Om een rekenopgave op te lossen moeten immers de benodigde informatie uit de opgave en noodzakelijke bewerking(en) worden onthouden en deelresultaten moeten worden opgeslagen. (De Smedt et al., 2009b; Friso-Van den Bos et al., 2013; Van der Ven et al., 2012). De focus van dit onderzoek ligt daarom op het WM en laat inhibitie en cognitieve flexibiliteit buiten beschouwing.

Onderzoek wijst uit dat het WM een geheugensysteem is dat bestaat uit verschillende componenten die gezamenlijk, interactief functioneren. Hierdoor ontstaat een flexibele mentale werkruimte die informatie kan behouden en wijzigen tijdens moeilijke cognitieve activiteiten. Uit diverse onderzoeken van Baddeley (1996, 2003, 2012) blijkt dat het WM bestaat uit de onderdelen (a) centraal executief systeem (central executive), (b) visuospatieel kladblok (visuo-spatial sketch-pad), (c) episodische buffer (episodic buffer) en (d) fonologische lus (phonological loop). Figuur 1 geeft het WM in een bewerkte versie schematisch weer (Baddeley, 2012).



Figuur 1. Schematische weergave van het werkgeheugen.
Bron: Baddeley, 2012.

Volgens het model slaat de fonologische lus auditieve informatie als klanken op (verbaal WM). Het visuospatieel schetsblok slaat visuele informatie op als beelden (visuospatial WM). Het verbaal WM en het visuospatial WM hebben een beperkte opslagcapaciteit (Passolunghi et al., 2008). De fonologische lus is het verbaal kortetermijngeheugen dat bestaat uit twee componenten. De eerste component betreft een opslagsysteem waar verbale geheugensporen kort onthouden kunnen worden voordat ze na twee à drie seconden verdwijnen. De tweede component is het articulatorisch herhalingsysteem waar verbale informatie langer in de fonologische lus vastgehouden kan worden door herhaling, hardop of in gedachten. Als het aantal te onthouden items toeneemt, bereikt de fonologische lus een punt waarop het eerst item vervaagd is voordat het herhaald kan worden. Dit komt doordat het hardop of in gedachten herhalen van items tijd kost. Dus, hoe sneller de articulatie verloopt, hoe meer items onthouden kunnen worden (Baddeley, 2003).

De episodische buffer combineert de visuele, ruimtelijke en auditieve informatie zodat deze begrijpelijk wordt. Het vormt ook een buffer tussen de componenten van het WM en het lange termijngeheugen. Hierdoor zijn we in staat om nieuwe dingen te bedenken, die te evalueren en deze ervaringen weer te gebruiken om andere problemen op te lossen (Baddeley, 1996, 2012). Trainen van het WM lijkt te leiden tot verbetering van het WM (e.g. Kroesbergen, Van 't Noordende & Kolkman, 2014). Tijdens het leren en spelen op de voorschoolse opvang en bij jonge kinderen tot ongeveer zes tot zeven jaar, groep vier op de basisschool, is de ontwikkeling van WM het meest zichtbaar. Vervolgens ontwikkelt het WM zich lineair tot aan de vroeg volwassen leeftijd (Baddeley, 2012; Gathercole et al., 2004; Roebers, 2017).

Metacognitie. Naast EF is ook MC een belangrijke voorspeller voor de leerprestaties (Bryce et al., 2014; Duncan et al., 2007; Roebers, 2017). Zowel EF als MC behoren tot de 'hogere orde cognitieve processen' die een belangrijke rol spelen bij de ontwikkeling van het zelfregulerende gedrag en mentale mogelijkheden (monitoring en controle) van kinderen. Het concept MC is minder breed dan het concept EF omdat MC meest gelimiteerd wordt tot leren en herinneren in educatieve situaties. Het EF heeft een grotere reikwijdte dan educatie alleen (Dawson & Guare, 2016; Pennequin et al., 2010a; Roebers, 2017).

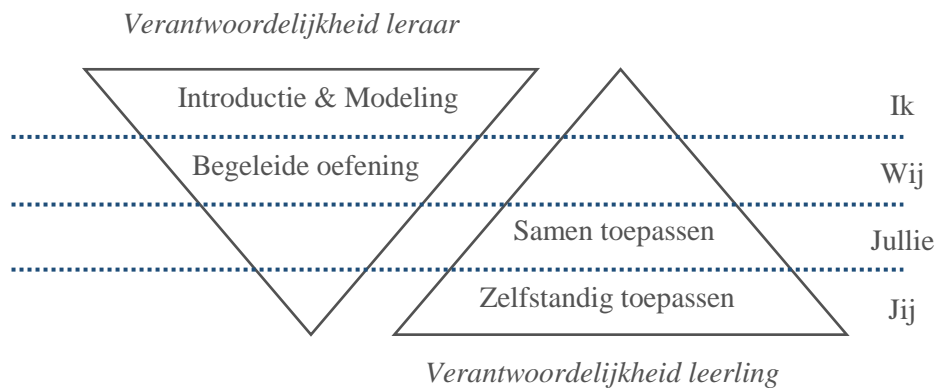
Volgens de huidige wetenschap bestaat het concept MC uit drie aspecten, te weten metacognitieve kennis, metacognitieve vaardigheden en metacognitieve ervaring (Boekaerts, 1999; Desoete et al., 2003; Flavell, 1979; Pennequin et al., 2010a; Roebers, 2017). Metacognitieve kennis betreft kennis over leren, leerstrategieën en kennis over jezelf als degene die leert (e.g. 'hoe weet ik zeker dat ik een goed antwoord geef' en 'leer ik de stof op de juiste manier?'). Metacognitieve vaardigheden bestaan uit de procedurele aspecten die monitoren, controleren, voorspellen en zelf evalueren (e.g. 'heb ik het juiste materiaal om dit te bestuderen?' en 'heb ik de beschikbare tijd goed

ingepland?). Metacognitieve ervaring betreft de motivatie en gedrag die ten grondslag liggen aan het toepassen en inzetten van de metacognitieve kennis en vaardigheden.

Er is constant beweging tussen de drie aspecten van MC. Metacognitieve ervaringen die tijdens het leren zijn gemaakt en de procedurele MC (het onthouden van ervaringen) zijn op een iteratieve manier terug te leiden naar de metacognitieve kennis (Efklides, 2011; Flavell, 1979). Een leerling met hoge metacognitieve vaardigheden focust op de relevante informatie van de opdracht en maakt een plan om deze goed uit te voeren. Evaluatie en monitoring (procedurele MC) houden de leerling op het juiste spoor. Dit betekent dat de leerling profiteert van het eerder uitgezette plan, het trekken van conclusies, recapitulatie en genereren van uitleg. Het zijn daarmee belangrijke factoren om goed te leren rekenen (Desoete et al, 2003; Roebbers, von der Linden, Schneider & Howie, 2007; Veenman, Elshout & Meijer, 1997; Veenman et al, 2004;).

De ontwikkeling van de metacognitieve kennis start tussen de vier en zes jaar (Blöte, Van Otterloo, van Stevenson & Veenman, 2004). Het zelf toepassen van de kennis, de metacognitieve vaardigheden, ontwikkelt zich geleidelijk in de daaropvolgende jaren en is gerijpt in de vroege adolescentie rond de 12 jaar (Veenman et al., 2004). MC-monitoring lijkt rond het achtste jaar te zijn ontwikkeld (Roebbers et al., 2007). Leraren hebben een positieve invloed op de ontwikkeling van MC bij kinderen door het geven van directe instructie (Roebbers, 2017). Daarnaast blijkt uit onderzoek van Grammer, Coffman en Ornstein (2013) bij kinderen, gemiddelde leeftijd zeven jaar, die les krijgen van leraren die hen leren om geheugensteuntjes (mnemonics) te gebruiken, dat zij in twee jaar tijd sterkere metacognitieve vaardigheden ontwikkelden dan kinderen die dit niet leren (Grammer et al., 2013).

Om ervoor te zorgen dat de kinderen geheugensteuntjes zelfstandig aanleren, is het belangrijk om hetgeen ze moeten leren vaak te herhalen. Willingham heeft het principe van herhaling in zijn vijfde leerprincipe beschreven (Meester & Pollen, 2017). Hierbij kan gebruik gemaakt worden van het GRIMM-model van Pearson & Gallagher (1983). In dit instructiemodel legt de leraar geleidelijk, stap voor stap, de verantwoordelijkheid van de les bij de leerling. Figuur 2 is een schematische weergave van het GRIMM-model.



*Figuur 2. Gradual Release Responsibility Instruction Model (GRIMM).
Bron: Pearson and Gallagher, 1983.*

Rekendomeinen en rekenontwikkeling tot en met groep 4. Volgens Van Groenestein, Borghouts en Janssen (2011) bestaat de rekenontwikkeling, rekenwiskundige kennis en vaardigheden, uit vier domeinen. Het eerste domein omvat getallen en bewerkingen, waarin kinderen leren betekenis te geven aan getallen. Zij ontwikkelen kennis over getallen, getal structuren en eigenschappen van getallen en leren bewerkingen uit te voeren. In het tweede domein, verhoudingen, ontwikkelen kinderen kennis over en relaties tussen getallen, waaronder breuken, decimale getallen en procenten en in het derde domein, meten en meetkunde, ontwikkelen kinderen vaardigheden op het gebied van het metriek stelsel, geld, tijd en de kalender in het subdomein meten. In het subdomein meetkunde ontwikkelen ze kennis en vaardigheden op het gebied van ruimte, vormen, patronen en ruimtelijke begrippen hanteren (twee- en driedimensionaal). In het vierde en laatste domein, informatieverwerking, komt de kennis uit de drie hiervoor genoemde domeinen samen en deze kennis is nodig om vaardigheden als gegevens ordenen, analyseren, verwerken, interpreteren, daarover discussiëren en beslissingen nemen, te kunnen ontwikkelen en uitvoeren (Van Groenestein et al., 2011).

De rekenontwikkeling verloopt bij de meeste kinderen via dezelfde mijlpalen, waarbij sommige mijlpalen voorwaardelijk zijn voor een volgende fase (Dolk, 2005; Van Groenestein et al., 2011). Reeds voordat het formele rekenonderwijs start op de basisschool, leren kinderen vaardigheden die de basis vormen voor het latere rekenonderwijs (Kroesbergen, van der Ven, Kolkman, van Luit & Leseman, 2009). Baby's ontwikkelen bijvoorbeeld gevoel voor het dagelijks ritme van eten, slapen, dag en nacht. Peuters ontdekken de wereld door te kijken, luisteren, voelen en spelen dat vervolgens leidt tot ontwikkeling van waarnemen, analyseren, begrijpen, benoemen, ordenen en structureren. Kinderen in groep 1 – 2 leren spelenderwijs door te doen, te kijken, te experimenteren en te vertellen wat ze doen. Hiermee ontwikkelen ze de basis voor rekenwiskundig handelen, ook wel beginnende gecijferdheid genoemd (Noteboom, Aartsen & Lit, 2017; Van Groenestein et al. 2011).

Kinderen in groep 3 – 4 zijn nog sterk gericht op handelen, hetgeen de basis is om te komen tot lezen en rekenen. Het rekenen krijgt betekenis door de koppeling tussen informeel handelen en formele bewerkingen (Noteboom et al., 2017; Van Groenestein et al., 2011). Om tot goede rekenresultaten te komen is het ontwikkelen van mentale representaties (hoe ziet het eruit) en het leren tellen van belang. Vanaf groep drie krijgen kinderen daarom instructie in optellen en aftrekken (de elementaire bewerkingen). Het doel van de instructie en het oefenen is dat kinderen deze relatief makkelijke sommen met uitkomsten weer uit hun lange termijngeheugen op kunnen halen indien zij deze nodig hebben, ook wel retrieval genoemd (Van de Rijt & Van Luit, 1998). Hiervoor is het nodig dat kinderen eenvoudige sommen eerst automatiseren en vervolgens memoriseren. De Inspectie van het Onderwijs (2011) beschrijft automatiseren als 'het vrijwel routinematig uitvoeren van rekenhandelingen'. Vanaf groep vier krijgen kinderen instructie om de tafels te leren. De tafels leer je

goed aan door op basis van inzicht en samenhang (bijvoorbeeld verdubbelen, herhaald optellen) eerst te automatiseren. Deze kennis wordt vervolgens als conceptuele kennis gememoriseerd (Van Groenestein et al., 2011).

Vanaf groep drie worden tempotoetsen rekenen afgenomen. Een tempotoets rekenen meet in welke mate het optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen geautomatiseerd is. Hierbij moeten zoveel mogelijk sommen binnen een bepaalde tijd gemaakt worden. Hoe meer sommen goed zijn binnen de tijd, hoe beter de sommen geautomatiseerd zijn. Daarnaast wordt vanaf groep drie, tweemaal per jaar, de rekenvaardigheden Citotoets rekenen afgenomen. Deze rekenvaardigheden Citotoets meet en volgt de algemene rekenvaardigheid en bestaat uit vragen (kale sommen en contextvragen) in de domeinen getallen, meten en meetkunde. Hoe meer sommen goed zijn, hoe beter de rekenvaardigheid (Janssen, Verhelst, Engelen & Scheltens, 2010; Janssen, Hop & Wouda, 2015).

De samenhang tussen werkgeheugen, metacognitie en rekenen.

Werkgeheugen en rekenen. Het WM is een belangrijke component voor rekenen en een interventie gericht op WM kan mogelijk de rekenvaardigheden verbeteren (e.g. Passolunghi & Costa, 2016). Een van de functies van het centraal executief systeem zoals Baddeley (2012) dit beschrijft, is *updating* ofwel het monitoren en wijzigen van de WM-inhoud door de korte termijnopslag te manipuleren. Dit kan zowel verbaal (het manipuleren van verbale informatie) als visuospatieel zijn (het manipuleren van visueel-ruimtelijke informatie). *Updating* lijkt het meest gerelateerd aan rekenvaardigheden omdat het betrokken is bij de opslag en het ophalen van (deel)resultaten. Daarnaast speelt *updating* een rol bij het onthouden van belangrijke informatie tijdens het oplossen van (complexere) rekenproblemen. Samen met de korte termijnopslag vormt *updating* het WM (Baddeley, 2003, 2012; Dehaene, 1997; De Smedt et al., 2009b; Gijssels et al., 2017; Passolunghi et al., 2008; Van der Ven et al., 2012).

Het verbaal WM (fonologische lus) heeft een belangrijke rol bij het rekenen. Bij het oplossen van (reken)opgaven moet onderscheid gemaakt worden in het verbaal WM tussen de relevante en de niet-relevante informatie. De relevante informatie moet worden onthouden, opgeslagen en mogelijk vervangen, zodat deze gebruikt kan worden om de opgaven op te lossen. Voor zowel hoofdrekenen als het oplossen van complexere rekenopgaven is daarom het WM nodig. Is het WM niet voldoende of zwakker ontwikkeld dan leidt dit tot een vertraagde automatisering, waardoor het rekenen langzamer gaat (Alloway, 2009; Baddeley, 2012; Dehaene, 1997; De Smedt et al., 2009b; Diamond, 2013; Passolunghi et al., 2008; Passolunghi & Costa, 2016).

Om goed te kunnen rekenen is daarnaast zowel domein-specifieke kennis als domein-algemene kennis nodig, waarbij domein-specifiek beschreven wordt als een fundamentele vaardigheid die nodig is voor de ontwikkeling van de rekenvaardigheden, bijvoorbeeld getalkennis (e.g. Passolunghi & Costa, 2016). Het WM is daarentegen domein-algemene kennis omdat deze kennis ook

op andere (leer)gebieden gebruikt kan worden. Onderzoek wees uit dat het type training (domein-algemeen of domein-specifiek) van minder belang is voor het effect op de rekenvaardigheden (Kroesbergen et al., 2014). Onderzoeken middels een interventie waarbij steeds een domein-specifieke interventie (e.g. breuken) vergeleken werd met een domein-algemene interventie op het WM hadden als belangrijkste resultaat dat activiteiten die het WM trainen (domein-algemeen) uitgevoerd moeten worden naast domein-specifieke rekenactiviteiten om het grootste effect te bewerkstelligen (Baddeley, 2007; Fuchs et al., 2014; Passolunghi & Costa (2016).

Het doel van een WM-interventie is om beter te worden in de getrainde taak, maar ook in andere taken waarbij WM aangesproken wordt. Als er verbetering optreedt in taken die vergelijkbaar zijn met de getrainde taak (domein-specifiek), spreekt men van ‘near transfer’, in het huidige onderzoek bijvoorbeeld de rekenvaardigheden tempotoets en het WM. Als er (ook) verbetering optreedt in andere, meer diverse taken (domein-algemeen), in het huidige onderzoek bijvoorbeeld de rekenvaardigheden Citotoets, spreekt men van ‘far transfer’ (Henry, Messer & Nash, 2014; Lee Swanson & McMurran, 2018; Nelwan & Kroesbergen, 2016). Dus, om goed te kunnen rekenen is een goed werkend WM nodig naast domein-specifieke en domein-algemene kennis.

Metacognitie en rekenen. MC heeft een relatief grote invloed op de leerprestaties van kinderen en een interventie gericht op MC-monitoring kan mogelijk de rekenresultaten verbeteren (e.g. Bryce et al., 2014). Schneider en Artelt (2010) geven in hun review aan dat een interventie op MC-monitoring en MC-evaluatie leidt tot betere rekenvaardigheden tijdens de basisschoolperiode. Onderzoeken naar het effect van een MC-interventie, rekenvaardigheden en MC lieten zien dat kinderen na een MC-interventie beter presteerden op de rekenvaardigheden en MC (Desoete et al., 2003; Pennequin, Sorel, Nanty & Fontaine, 2010b).

Bij het oplossen van een rekenkundige opgave doorlopen leerlingen vier fasen: (1) het beoordelen en begrijpen van een probleem in de oriëntatiefase, (2) het plannen en het maken van keuzes in de organisatiefase, (3) het reguleren van het oplossen in de uitvoerende fase en (4) het evalueren van de genomen beslissingen en het resultaat in de verificatiefase. MC-monitoring vindt plaats in alle vier de fasen en zorgt voor evaluatie van de ondernomen activiteiten om het probleem op te lossen (Garofalo & Lester, 1985; Lingel, Lenhart & Schneider, 2019). Metacognitieve vaardigheden, waaronder MC-monitoring, zijn met name van belang voor rekenopgaven die nieuw aangeleerd worden, omdat leerlingen hiermee onbekend zijn, maar minder noodzakelijk bij het gedeeltelijk geautomatiseerde strategieën of retrieval, het ophalen van informatie uit je geheugen (Carr & Jessup, 1995). Dus, om goed te kunnen rekenen is het belangrijk om over een goede metacognitieve monitoring te beschikken.

De samenhang tussen werkgeheugen, metacognitie, rekenen en geslacht.

Werkgeheugen, rekenen en geslacht. Onderzoek wijst uit dat er beperkt verschillen zijn tussen jongens en meisjes op het gebied van rekenvaardigheden. Jongens presteren beter op het gebied van ruimtelijk redeneren, hetgeen correleert met betere rekenprestaties (Preckel, Goetz, Pekrun & Kleine, 2008; Van Tetering, van der Donk, de Groot & Jolles, 2019). Daarnaast presteren jongens in groep 8 en de eerste drie jaar van het voortgezet onderwijs, gemiddeld genomen beter dan meisje op tempotoetsen (Martens et al., 2014). Ook op de Cito LVS-toets rekenen 3.0 is de prestatie van jongens beter dan meisjes in de groepen 3 en 4 (Janssen et al., 2010; Janssen et al., 2015). Dus, de bevindingen zijn consistent, meest in het voordeel van jongens die beter scoren op de rekenvaardigheden, maar veelal niet significant.

Er is veel onderzoek gedaan naar verschillen in geslacht wat betreft het WM. Middels Piagets objectpermanentie (het opslaan van een persoon of object in je geheugen) is onderzocht hoeveel seconden kinderen op jonge leeftijd nodig hebben om een object te vinden nadat ze gezien hebben waar een object verstopt is. Hoewel meisjes beter scoren, vonden onderzoekers geen significante verschillen tussen jongens en meisjes in het WM bij kinderen tussen de tweeënehalf en vijftien jaar (Alloway et al., 2006; Diamond, 1985; Espy, Kaufmann, Glisky & McDiarmid, 2001; Gathercole et al., 2004).

Er is een klein, maar niet significant verschil, in voordeel voor jongens als de WM-capaciteit wordt gemeten met een rekenvaardigheden tempotoets rekenen en een klein, maar niet significant verschil, in het voordeel van meisjes als de WM-capaciteit wordt gemeten met complexere opgaven (e.g. Citotoets rekenen). Er is geen verschil tussen jongens en meisjes als het WM gemeten wordt via de Digit Span (directe geheugencapaciteit), waarbij aangetekend wordt dat bij de Digit Span backward naast de directe geheugencapaciteit ook retrieval plaatsvindt (Lynn & Irwing, 2008). Dus, eerdere onderzoeken tonen geen significante verschillen aan tussen jongens en meisjes wat betreft de samenhang van de effecten tussen het WM, rekenen en geslacht.

Metacognitie, rekenen en geslacht. Uit onderzoek naar MC-monitoring blijkt dat zowel vrouwen als mannen op ruimtelijke oriëntatiegebied even goed monitoren (Ariel, Lembeck, Moffat & Hertzog, 2018; Lemieux, Collin & Watier, 2019). Vrouwen hebben echter meer kennis van MC-strategieën (Wu, 2014) en neigen ernaar deze kennis meer en op een andere manier te gebruiken dan mannen (Bidjerano, 2005; Ciascai & Haiduc, 2011; Zimmerman & Martinez-Pons, 1990). Desoete et al., (2003) vonden geen verschillen in rekenvaardigheden tussen jongens en meisjes na een MC-interventie. Dit betrof echter geen MC-monitoring interventie. Dus, eerdere onderzoeken geven geen eenduidig beeld van de samenhang op het effect van een MC-interventie op geslacht.

Vraagstellingen en hypothesen

Zowel een WM-interventie als een MC-interventie leiden tot betere rekenresultaten. Echter, er is bij onderzoeker geen onderzoek bekend waarin de effecten van een WM-interventie en een interventie MC-monitoring met elkaar zijn vergeleken op rekengebied, het WM en de MC. Het huidige onderzoek valideert mogelijk eerder opgedane inzichten over de effecten van het trainen van het WM en de MC-monitoring en is daarmee een waardevolle aanvulling op de al aanwezige kennis over samenhang tussen WM, MC en rekenvaardigheden. Dit onderzoek richtte zich daarom op de volgende hoofdvraag: *‘Wat zijn de effecten van een WM- en MC-interventie op de rekenvaardigheden, WM en MC in groep 4 op een reguliere basisschool en wat is de samenhang met geslacht?’*.

Deze hoofdvraag werd beantwoord door een aantal deelvragen. Allereerst werd onderzocht of betere rekenvaardigheden samengaan met een hoger WM en MC (e.g. Friso-Van den Bos et al., 2013; Schneider & Artelt, 2010).

- Deelvraag 1: Wat is de relatie tussen rekenvaardigheden en het WM en de MC?
 - Hypothese 1a: Er is een positieve relatie tussen betere rekenvaardigheden en een beter WM
 - Hypothese 2a: Er is een positieve relatie tussen betere rekenvaardigheden en een betere MC

Vervolgens werden de effecten van een van een WM-interventie en MC-interventie op de rekenvaardigheden onderzocht.

- Deelvraag 2: Wat is het effect van WM-interventie op de rekenvaardigheden (algemene rekenvaardigheden en automatiseren), het WM en de MC?
 - Hypothese 2a: Een interventie gericht op het WM zorgt voor een toename in de beide soorten rekenvaardigheden.
 - Hypothese 2b: Een interventie gericht op het WM zorgt voor een toename in het WM.
Omdat nog geen onderzoek bekend is waarbij de effecten van een WM-interventie op de MC onderzocht is, is nog niet duidelijk wat deze effecten zijn.
 - Exploratieve vraag 2c: Wat is het effect van een interventie gericht op het WM op de MC?
- Deelvraag 3: Wat is het effect van een MC-interventie op de rekenvaardigheden (algemene rekenvaardigheden en automatiseren), de MC en het WM?
 - Hypothese 3a: Een interventie gericht op de MC zorgt voor een toename in beide soorten rekenvaardigheden.
 - Hypothese 3b: Een interventie gericht op de MC zorgt voor een toename van de MC.

Omdat nog geen onderzoek bekend is waarbij de effecten van een MC-interventie op het WM onderzocht is, is nog niet duidelijk wat deze effecten zijn.

- Exploratieve vraag 3c: Wat is het effect van een interventie gericht op de MC op het WM?

Daarnaast werd onderzocht welke interventie het meest effectief is voor het verbeteren van de rekenvaardigheden, het WM en de MC.

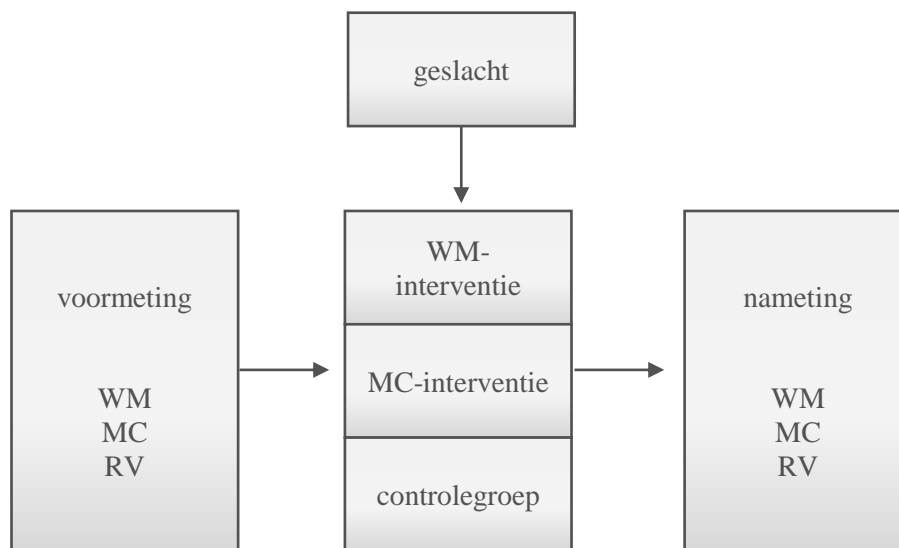
- Deelvraag 4: Welke interventie, een WM-interventie of MC-interventie, heeft het grootste effect op de rekenvaardigheden (algemene rekenvaardigheden en automatiseren), het WM en de MC? Omdat er geen onderzoek bekend is waarbij de effecten van een WM- en een MC-interventie zijn vergeleken bij de rekenvaardigheden, is nog niet duidelijk welke interventie welk effect geeft.
 - Exploratieve vraag 4a: Welke interventie leidt tot de grootste toename van beide soorten rekenvaardigheden?
 - Exploratieve vraag 4b: Welke interventie leidt tot meer verbetering van WM?
 - Exploratieve vraag 4c: Welke interventie leidt tot meer verbetering van MC?

Geslacht heeft vrijwel geen significant effect op de rekenvaardigheden en WM. Daarnaast zijn de resultaten wat betreft MC-monitoring niet eenduidig. Bij de onderzoeker zijn geen onderzoeken bekend waarbij de samenhang tussen én een WM- of MC-interventie, én rekenvaardigheden én geslacht is onderzocht. Om meer zicht te krijgen in de samenhang tussen geslacht en de effecten van een WM- en MC-interventie op de rekenvaardigheden, WM, MC, is het belangrijk hierover meer wetenschappelijke kennis te krijgen. Het huidige onderzoek valideert mogelijk de al bekende effecten tussen het WM, de rekenvaardigheden en jongens en meisjes. Daarnaast geeft het huidige onderzoek mogelijk meer inzicht of er verschillen zijn tussen jongens en meisjes op MC-monitoring en de rekenvaardigheden. Als laatste werd daarom de samenhang tussen de effecten van een WM- en MC-interventie op de rekenvaardigheden en het geslacht onderzocht.

- Deelvraag 5: Wat is de samenhang tussen de effecten van een WM- en MC-interventie op de rekenvaardigheden, WM, MC en geslacht?
 - Hypothese 5a: Een interventie gericht op het WM leidt niet tot verschillende effecten voor jongens en meisjes op de rekenvaardigheden, het WM en de MC.
 - Hypothese 5b: Een interventie gericht op de MC leidt tot meer verbetering van de MC bij jongens dan bij meisjes.
 - Hypothese 5c: Een interventie gericht op de MC leidt niet tot verschillende effecten voor jongens en meisjes op de rekenvaardigheden en het WM.

Het onderzoek wordt in groep vier van het regulier primair onderwijs uitgevoerd, omdat de ontwikkeling van het WM het meest zichtbaar is tot ongeveer zeven jaar (groep 4 van het basisonderwijs) en zich daarna nog lineair door ontwikkelt (e.g. Roebers, 2017). De MC-monitoring ontwikkelt zich vanaf het zesde levensjaar waarbij het gebruik van mnemonics leidt tot een sterkere ontwikkeling van de MC-vaardigheden (Grammer et al., 2013; Veenman et al., 2004). Bovendien hebben de kinderen in groep 4 al een start gemaakt met instructie, oefenen en automatiseren op rekengebied.

Figuur 3 geeft het conceptueel model weer waarop dit onderzoek gebaseerd is: Wat zijn de effecten van een WM- en MC-interventie op de rekenvaardigheden, WM en MC in groep 4 op een reguliere basisschool, welke interventie heeft het grootste effect en wat is de samenhang met geslacht?



Figuur 3. Conceptuele weergave en design van het onderzoek.

Noot: WM = werkgeheugen, MC = metacognitie, RV = rekenvaardigheden.

Interventieperiode = 15 weken.

Methode

Ontwerp

Het onderzoek was een kwantitatief quasi-experimenteel onderzoek met een voor- en nameting bij alle drie de onderzoeksgroepen. Er waren twee interventiegroepen (WM en MC) en een controlegroep. Het onderzoek werd uitgevoerd in groepen 4 op diverse basisscholen binnen dezelfde stichting. De deelnemende groepen 4 werden per groep random door computersoftware toegewezen aan een van de drie condities: de interventie WM, de interventie MC of de controlegroep. Hierbij vond een gelijke verdeling plaats tussen de groepen en condities (Creswell, 2014). De klassengroepen bleven intact en het onderzoek verstoorde het leren niet.

De interne validiteit van dit quasi-experiment is mogelijk bedreigd omdat de deelnemers per groep, en niet per persoon, random aan een interventiegroep werden toegewezen. De groepen hebben daarom mogelijk niet dezelfde kenmerken. Daarom betrof dit een onderzoek met een voor- en nameting in alle groepen waarbij manipulatie plaatsvond door de interventies in twee groepen. Mogelijk waren de tijd, het testen, de gebruikte instrumenten en regressie bedreigingen voor het de interne validiteit (Creswell, 2014). Om de bedreigingen voor het testen zoveel mogelijk te beperken heeft de onderzoeker gebruiksaanwijzingen geschreven voor het afnemen van de testen zodat deze zo gelijk als mogelijk afgenomen konden worden. Om de bedreiging voor de gebruikte instrumenten zoveel mogelijk te beperken heeft de onderzoeker de gebruikte instrumenten zelf een aantal keer (digitaal) uitgevoerd. Volgens de powerberekening van G*powersoftware (versie 3.1.9.6) zijn op basis van een repeated measures Analyses of Variance (ANOVA) minimaal 102 deelnemers nodig bij een effect grootte van $f^2 = 0,2$ en $\alpha = 0,05$.

Participanten

De deelnemers aan dit onderzoek waren leerlingen (N = 106), 57 jongens en 49 meisjes uit groep vier van reguliere basisscholen van een stichting in het zuidoosten van het land, in de leeftijd variërend van 5 jaar en 11 maanden tot 8 jaar en 6 maanden, jongens (N = 57) en meisjes (N = 49). Er was sprake van een gestratificeerde aselechte steekproef. Gestratificeerd omdat de onderzoekspopulatie bestond uit een aantal groepen vier van dezelfde stichting. Aselect omdat alle leerlingen uit de deelnemende groepen vier evenveel kans hadden om deel te nemen. Alle kinderen van groep 4 van de deelnemende scholen, mits toestemming van de ouders, mochten deelnemen aan het onderzoek. Alle leerlingen uit dezelfde groep deden mee aan de eventuele interventie in verband met het hierop dagelijks afgestemde lesprogramma dat deel uitmaakte van het reguliere curriculum. Alleen de gegevens van de kinderen met toestemming tot deelname aan het onderzoek werden meegenomen in de resultaten. De steekproef was van voldoende grootte omdat aan het onderzoek oorspronkelijk 110 kinderen deelnamen. Door verhuizing of wisseling van school vond de data-analyse plaats over 106 leerlingen.

Materialen

Rekenvaardigheden Cito-LOVS. De Cito-LOVS rekenen/wiskundetoets 3.0 bestaat uit drie onderdelen met vragen in de domeinen ‘getallen’ en ‘meten en meetkunde’ en heeft in totaal 50 opgaven. De afnameduur per gedeelte is 30 minuten. De toetsen maken deel uit van het standaard curriculum. Naast kale sommen bestaat de rekenvaardigheden Cito-toets uit complexere taken uit de verschillende domeinen. Dit is far transfer ten opzichte van de WM-interventie in het huidige onderzoek omdat er sprake is van meer diverse taken (e.g. Lee Swanson & McMurran, 2018). Om

complexere taken op te lossen is het nodig is om de opgave goed te lezen, de informatie te ontrafelen, de benodigde gegevens te onthouden en tussenoplossingen vast te houden om te komen tot het oplossen van de opgave en het maken van procedurele fouten te beperken. Dit betreft de componenten fonologische lus, *updating* en de episodische buffer van het WM. Daarnaast hebben de opgaven betrekking op de domeinen 'getallen' en 'meten en meetkunde' en betreft het algemene vaardigheden die over een langere periode geleerd zijn (Friso-Van den Bos et al., 2013; Kroesbergen et al., 2009; Van der Ven et al., 2012). De toets E3 werd afgenomen in mei/juni 2019 en de toets M4 in januari 2020. Tijdens de afnamen werkten de leerlingen individueel waarbij de tafels uit elkaar geschoven waren. Vooraf kregen de kinderen instructie van de leraar waarna zij geen vragen meer mochten stellen. De leraar las de toets voor en de kinderen vulden hun antwoorden met potlood in op een gestandaardiseerd antwoordenblad van het Cito. De leraar keek de toetsen na en voerde de gegevens in het Cito-LOVS-systeem. Deze toetsen zijn beoordeeld met een voldoende voor zowel validiteit en betrouwbaarheid (Expertgroep Toetsen PO, 2018). Het aantal juiste antwoorden wordt omgezet naar de maat 'vaardigheidsscore' zodat de voortgang van een leerling per vakgebied in de tijd van groep 3 tot en met groep 8 te volgen is. Deze maat, de vaardigheidsscore, werd gebruikt voor het huidige onderzoek. De Cito-LOVS rekenen/wiskundetoets 3.0 heeft een minimale vaardigheidsscore ≤ 116 voor de afname eind groep 3 (E3) en een maximale vaardigheidsscore ≥ 188 voor de afname midden groep 4 (M4). Lagere en hogere vaardigheidsscores zijn mogelijk waardoor de vaardigheidsscore buiten de genoemde range valt (Janssen et al., 2010; Janssen et al., 2015).

Rekenvaardigheden tempotoets. Leerlingen die relatief makkelijke sommen geautomatiseerd hebben (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen), maken gebruik van verbale *updating* en de fonologische lus. Ze kunnen hiermee de uitkomsten makkelijker uit hun lange termijngeheugen halen om complexere opgaven op te lossen (Van de Rijt & Van Luit, 1998). Dit is near transfer ten opzichte van de WM-interventie in dit onderzoek omdat de taak vergelijkbaar is met de getrainde taak (e.g. Lee Swanson & McMurran, 2018). Kinderen die sommen niet of gedeeltelijk geautomatiseerd hebben, rekenen langzamer. Zij doen namelijk steeds een beroep op hun WM, de fonologische lus en *updating*, om relatief makkelijke sommen uit te rekenen voordat zij deze als tussenuitkomsten kunnen gebruiken (Alloway, 2009). Een rekenvaardigheden tempotoets meet in hoeverre de rekenvaardigheden (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen) geautomatiseerd zijn waarbij zoveel mogelijk sommen binnen een bepaalde tijd gemaakt worden. De rekenvaardigheden tempotoets die gebruikt wordt in het huidige onderzoek is een gevalideerde rekentoets die is opgesteld in het kader van wetenschappelijk onderzoek (Meijs, van der Wurff, Resch, Hurks & de Groot, 2019; Van der Wurff et al., 2020). Als basis voor deze rekentoets is de opzet van de rekenvaardigheden tempotoets rekenen gebruikt. De rekenvaardigheden tempotoets bestaat uit vier verschillende statistisch parallelle versies, waarvan twee versies gebruikt zijn, versie één bij de voormeting en versie twee bij de nameting

(Appendix A). De rekenvaardigheden tempotoets bestaat uit twee pagina's A4 met elk vier rijen met zeven kolommen van elk vijf sommen, totaal 140 sommen. Op het eerste A4-blad staan in de eerste en derde rij 'erbij sommen' onder het tiental en in de tweede en vierde rij 'eraf sommen' onder het tiental. Op het tweede A4-blad staan in de eerste rij, 'erbij sommen' onder de 20 zonder tientaloverschrijding. Op de tweede rij staan 'eraf sommen' onder de 20 zonder tientaloverschrijding. Op de derde rij staan 'erbij sommen' onder de 20 met tiental overschrijding en op de vierde rij staan 'eraf sommen' onder de twintig met tientaloverschrijding. In beide versies zijn dezelfde sommen steeds in een andere volgorde gebruikt, waarbij de toename van de moeilijkheid evenredig toenam. De kinderen werkten acht minuten ononderbroken aan de toets waarbij ze geen sommen over mochten slaan. De testafnemer nam de rekenvaardigheden tempotoets bij de voor- en nameting klassikaal af. De testafnemer gaf van tevoren instructie waarna de kinderen geen vragen meer mochten stellen en zelfstandig de rekenvaardigheden tempotoets maakten. De testafnemer of onderzoeker keek de toetsen na en noteerde het aantal goede antwoorden per leerling, waarbij de range tussen de 0 en 280 juiste antwoorden lag. Dit is de maat voor de rekenvaardigheden tempotoets.

Werkgeheugen. Om het verbaal WM, de fonologische lus, te bepalen, werd de Digit Span, voorwaarts en achterwaarts digitaal afgenomen via 'Inquisit Lab' van Millisecond (2017). Dit is near transfer ten opzichte van de WM-interventie in dit onderzoek omdat deze taak vergelijkbaar is met de getrainde taak (e.g. Lee Swanson & McMurran, 2018). De testen werden in Inquisit via de schoolcomputers afgenomen. Het kind hoorde getallenseries en klikte de cijfers in de juiste en omgekeerde volgorde aan met de muis. In totaal kreeg het kind steeds 14 getallenreeksen voorwaarts en 14 getallenreeksen achterwaarts te horen. De lengte van de getallenreeks varieerde van drie tot maximaal acht cijfers (voorwaarts) en van twee tot maximaal zeven cijfers (achterwaarts). Afhankelijk van de prestatie van het kind, werd de cijferreeks langer of korter. Bij een correct antwoord, zowel in cijfers als volgorde, werd de getallenreeks met één getal verlengd. Bij een foutief antwoord werd een getallenreeks getoond met hetzelfde aantal getallen. Het kind kreeg vervolgens twee pogingen om de getallenreeks correct aan te geven. Als het kind twee opeenvolgende fouten maakte, werd de getallenreeks met één cijfer ingekort. Het kind kreeg vervolgens weer twee keer de kans een correct antwoord aan te klikken. Indien dit lukte, werd de getallenreeks met één getal uitgebreid. Als dit niet lukte, werd de getallenreeks met één getal ingekort. Voordat het kind startte met de afname kreeg hij/zij uitleg en maakte het kind oefenopgaven zodat de opdracht duidelijk was.

Het bepalen van WM door middel van *Span* testen is betrouwbaar en valide (Conway, Kane, Bunting, Hambrick, Wilhelm & Engle, 2005). Met name het achterwaarts herschikken en aanklikken van hetgeen gehoord is, is een excellente manier om WM te bepalen (Diamond, 2013). De Digit Span beschikt over een goede interne consistentie, $\alpha = .80$, en een goede test-retest reliability, $r = .74$

(Wechsler, 2003). De langste cijferreeks achterwaarts die het kind minimaal één keer juist heeft aangeklikt, werd als maat voor het verbaal WM gebruikt met een range van één tot en met zeven.

Metacognitie. De MC werd gemeten door middel van het onderdeel monitoring van de *Measurement of Young Pupils Metacognitive Abilities in Mathematics* (Panaoura & Philippou, 2003). Deze vragenlijst bestaat uit 14 vragen en meet het zelfbeeld met betrekking tot het oplossen van reken/wiskunde problemen en de zelfbeoordeling wat betreft het oplossen van deze opgaven. Van deze vragenlijst werden alleen de vragen gebruikt die monitoring betreffen (e.g. 'Hoe goed ik het doe, hangt af van mijn wil en inzet' en 'Als ik mijn werk af heb, weet ik hoe goed ik het gedaan heb'). Voor dit onderzoek zijn de vragen vanuit het Engels vertaald en vervolgens terugvertaald naar het Engels door twee verschillende Engelstalige native speakers.

De vragenlijst is oorspronkelijk gemaakt voor kinderen tussen acht en elf. Het taalgebruik is daarom iets vereenvoudigd zodat de vragen geschikt waren om te beantwoorden voor kinderen van zeven jaar. De onderzoeker heeft bij elke vraag een voorbeeld geschreven waarmee de vraag verduidelijkt werd. De vragenlijst met voorbeelden is van tevoren niet getest bij niet deelnemers aan het huidige onderzoek van dezelfde leeftijd. De vragenlijst is te vinden in appendix B. De testafnemer las de tekst voor en gaf er een voorbeeld bij dat door onderzoeker beschreven was. De kinderen kozen op een 5-punts Likertschaal (van 1 = nooit tot 5 = altijd) het antwoord dat het beste hun gedachte weergaf bij het oplossen van een wiskundige opgave (Ledoux, Meijer, van der Veen & Breetveld, 2013). De testafnemer nam de vragenlijst klassikaal af en mocht (beperkt) uitleg geven over de gestelde vragen. De validiteit van de gehele vragenlijst is $r = 0.98$ (Ledoux et al., 2013) en de interne consistentie van de gehele vragenlijst is $\alpha = .86$ (Panaoura & Philippou, 2007). De maat was de totaalscore van de 14 vragen waarbij de score een range had van 0 tot en met 70.

Interventie WM. In navolging van de masterthesis van Huiting (2009) bestond de WM-interventie uit een tweewekelijks circuit op drie dagen in een week met elk drie taken van maximaal een kwartier gedurende 15 weken. De kinderen uit de groep deden alle taken elke week. Alle taken deden een beroep op het (verbaal) WM, de fonologische lus en *updating*, omdat er opslag en verwerking plaatsvindt (Alloway et al., 2006). In dit onderzoek werden zowel domein-specifieke spellen (e.g. Kimspel digitaal) als domein algemene spellen (e.g. Exago) gebruikt voor de WM-interventie (Huiting, 2009; Kroesbergen et al., 2014), welke, naast een goed WM, nodig zijn om goed te kunnen rekenen. De domein-specifieke spellen waren near transfer activiteiten die het automatiseren bevorderen. De domein algemene spellen waren far transfer activiteiten die meer diverse taken oefenen (e.g. Lee Swanson & McMurran, 2018).

In week 1 bestond de interventie uit de taken Kimspel digitaal, Brainbox Kaatje en memory en in week 2 uit 'ik ga op reis en neem mee', Exago en stippenmemory (Huiting, 2009; Stichting Leerplan Ontwikkeling, 2017). Een beschrijving van de spellen is te vinden in Appendix C.

Interventie MC-monitoring. Onderzoeken naar MC maken veelal gebruik van hiervoor ontwikkelde programma's (Schneider & Artelt, 2010). Omdat de interventie in het huidige onderzoek alleen het onderdeel 'monitoring' besloeg, werden in dit onderzoek vragen gebruikt die gesteld worden bij monitoring. Hiervoor is gebruik gemaakt van het boek van Dawson & Guare (2018). Daarnaast is de interventie gebaseerd op het vijfde algemene leerprincipe van Willingham (2009), herhaling, om ervoor te zorgen dat de leerlingen zich deze interventie eigen maakten (Meester & Pollen, 2017) en het instructiemodel GRIMM (Pearson & Gallagher, 1983). Deze interventie is in de vorm van een mnemonic aangeboden zodat kinderen een geheugensteuntje hebben, namelijk steeds dezelfde vragen stellen. (Grammer et al., 2013). Dit heeft geleid tot onderstaande interventie.

Elke rekenles, tijdens het zelfstandig opgaven maken, bouwde de leraar tweemaal een moment in waarop het werk stil gelegd werd (na 5 en 15 minuten). De leraar stelde op dat moment de volgende vragen, klassikaal, aan de leerlingen:

1. Begrijp je de opdrachten die je moet maken?
2. Gebruik je de juiste oplossingsmethode of moet je deze veranderen?
3. Kun je weer verder met je werk (uitleg volgt afhankelijk van de vraag individueel of klassikaal)? (Dawson & Guare, 2018).

De eerste drie weken van de interventie introduceerde en deed de leraar voor hoe het moet. In de drie daaropvolgende weken, werd de interventie begeleid ingeoeft. Vervolgens paste de leraar de interventie samen met de leerlingen toe in week zeven, acht en negen. In de laatste zes weken pasten de leerlingen de interventie zelf toe en was de leraar in de gelegenheid om leerlingen te helpen die hierbij meer hulp nodig hadden. De leraar vroeg aan het einde van de les aan de leerlingen wie 'gemonitord' had tijdens het zelfstandig werken en of hen dit had geholpen. Het doel was dat alle leerlingen zich bewuster werden van het zelf 'monitoren'. Er is sprake van een near transfer omdat de MC-interventie direct wordt toegepast bij het maken van de zelfstandige rekenopgaven.

Procedure

Voordat het onderzoek van start ging, werd eerst toestemming verkregen van de Commissie ethische toetsing Open Universiteit (cETO). Daarna werd toestemming gevraagd aan het hoofd onderwijs van de betreffende scholenstichting waar het onderzoek uitgevoerd zou gaan worden. Daaropvolgend presenteerde onderzoeker het onderzoek aan het directieurenberaad en de leden van het rekennetwerk van de scholenstichting. De directeuren stuurden vervolgens de presentatie door aan alle leraren van de groepen vier. Leraren van groep 4 konden zich aanmelden om mee te doen aan het onderzoek. In deze groepen werd het eventueel uitvoeren van de interventie onderdeel van het curriculum. De ouders van de leerlingen die in de groepen 4 zaten van leraren die zich hadden aangemeld voor deelname aan de interventie, ontvingen een papieren informatiebrief met *informed*

consent over het onderzoek met een retourenveloppe. Zij kregen via deze brief het verzoek het toestemmingsformulier binnen twee weken in te vullen, te ondertekenen en in een gesloten enveloppe te retourneren naar school. Op het toestemmingsformulier gaven ze aan of het kind wel of geen toestemming kreeg tot medewerking. Leraren hielden bij wie de formulieren geretourneerd hadden, maar maakten de enveloppen zelf niet open. De gegevens van de kinderen die geen toestemming kregen om mee te werken, werden vernietigd na het openen. Ouders, die binnen twee weken nog niet gereageerd hadden, werden door de leraar eraan herinnerd om dit alsnog te doen, eventueel werd er een nieuw *informed consent* meegegeven aan het kind. De toestemmingsformulieren werden opgehaald door de onderzoeker die de formulieren verwerkte.

De leraren waarvan de groepen deelnamen aan het onderzoek, ontvingen een informatiepakket met daarin de informatie over het onderzoek en wat van hen verwacht werd. Toen bekend was welke kinderen uit de groep deelnamen, leverde de leraar nog het geslacht en leeftijd van de kinderen aan. Indien de groep van de leraar was ingedeeld in een interventiegroep, troffen zij in het pakket de benodigde informatie aan over de betreffende interventie. De onderzoeker maakte een afspraak om de interventie van tevoren door te nemen, zodat deze zo goed als mogelijk kon worden uitgevoerd. De interventie maakte deel uit van het standaard curriculum en werd door alle kinderen uitgevoerd.

De voormeting werd in de eerste twee weken van september 2019 afgenomen bij alle kinderen die toestemming hadden tot deelname aan het onderzoek. Tijdens de voormeting zorgde degene die de voormetingen afnam ervoor, dat de testafnamen afgenomen werden zoals aangegeven door de onderzoeker. De onderzoeker was via mail bereikbaar voor vragen van de testafnemers over de af te nemen testen. De Digit Span werd digitaal afgenomen in groepen van maximaal 5 leerlingen. De rekenvaardigheden tempotoets en metacognitieve vragenlijst werden in de complete groep op papier afgenomen. Bij alle afnamen zorgde de testafnemer steeds voor een rustige werkomgeving. Tijdens de testen mochten de kinderen geen vragen stellen. Voordat de test daadwerkelijk startte, werd de test uitgelegd (zie beschrijving van de testen) en informeerde de testafnemer of er nog vragen waren. De interventie vond plaats vanaf 16 september 2019 en duurde 15 weken, tot 17 januari 2020. Aansluitend vond in januari 2020 de nameting op gelijke wijze plaats als de voormeting. De voor- en nameting bestonden uit de Digit Span (WM) (Millisecond, 2017), twee parallelle versies van de rekenvaardigheden tempotoets (rekenvaardigheden automatiseren) (Van der Wurff et al., 2020) en het onderdeel monitoring van de *Measurement of Young Pupils Metacognitive Abilities in Mathematics* (monitoring MC) (Panaoura & Philippou, 2003). De vaardigheidsscore van de Cito-LOVS toetsen rekenen/wiskunde 3.0 (rekenvaardigheden algemeen) E3 en M4 werden toegevoegd aan de voor – en nametingen. Het onderzoek zag er als volgt uit: voormeting – interventie 15 weken – nameting (zie **Fout! Verwijzingsbron niet gevonden.**).

Data-analyse

De verzamelde data werd in SPSS Statistics voor versie 24.0 gecontroleerd op (invoer)fouten, uitvallers en missende waarden. Middels boxplots is gekeken naar outliers en extreme waarden. Voorafgaand aan de analyses is gecontroleerd of de assumpties voor de normaliteit, sphericiteit en variabelen zijn geschonden.

Middels een correlatie-analyse is onderzocht wat de relatie is tussen de rekenvaardigheden en WM en MC (deelvraag 1). Hiervoor is de maat voormeting gebruikt van de Cito-LOVS toetsen (rekenvaardigheden algemeen), de rekenvaardigheden tempotoets (rekenvaardigheden automatiseren), Digit Span (WM) en het onderdeel monitoring van de *Measurement of Young Pupils Metacognitive Abilities in Mathematics* (MC). Bij de analyses is uitgegaan van een kleine correlatie vanaf $r = .10$, een middelmatige correlatie vanaf $r = .30$ en een hoge correlatie vanaf $r = .50$ (Field, 2013).

Met vier repeated measures ANOVA's (voor- en nameting) drieweg variantieanalyses (prestatiemaat x interventie x geslacht) zijn de (interactie-) effecten van de WM-interventie (deelvraag 2) en MC-interventie (deelvraag 3) en het effect van beide interventies en de samenhang met geslacht (deelvraag 5) op de rekenvaardigheden, WM en MC onderzocht. De within-subjectvariabelen (prestatiemaat) in alle analyses waren de prestaties op de voor- en nameting van Cito-LOVS toetsen (rekenvaardigheden algemeen), de rekenvaardigheden tempotoets (rekenvaardigheden automatiseren), Digit Span (WM) en het onderdeel monitoring van de *Measurement of Young Pupils Metacognitive Abilities in Mathematics* (MC). De between-subject variabelen in de analyses waren interventie (WM-interventiegroep, MC-interventiegroep en controlegroep) en geslacht (jongens en meisjes). Post-hoc analyses werden uitgevoerd om te onderzoeken welke interventie significant verschilt van een of meerdere andere interventies.

Om te onderzoeken welke interventie, een WM-interventie of MC-interventie, het grootste effect had op de rekenvaardigheden, WM en MC (deelvraag 4) zijn vier one-way ANOVA's uitgevoerd, voor elke prestatiemaat één. Hiervoor zijn eerst verschilcores per prestatiemaat berekend door in SPSS per prestatiemaat een variabele aan te maken. De maat hiervan bestond uit het verschil tussen de voormeting en nameting van de Cito-LVS toetsen (rekenvaardigheden algemeen), de rekenvaardigheden tempotoets (rekenvaardigheden automatiseren), Digit Span (WM) en het onderdeel monitoring van de *Measurement of Young Pupils Metacognitive Abilities in Mathematics* (MC-monitoring). Bij de ANOVA was de interventie de factor en de verschilcore de uitkomstmaat. Een post-hoc analyse is uitgevoerd om te onderzoeken welke interventie significant verschilt van een of meerdere andere interventies als de one-way ANOVA een significant verschil aantoonde. Bij de post-hoc analyses is de Tukey HSD (honestly significant difference) correctie toegepast. Het significantieniveau werd in elke analyse bepaald op $p < .05$.

Resultaten

Aan dit onderzoek namen 110 leerlingen deel. Er was één missing value doordat bij de voormeting niet alle onderzoeken zijn afgenomen. Drie leerlingen zijn tijdens de looptijd van het onderzoek naar een andere school of groep gegaan. Hierdoor bestond de uiteindelijke onderzoekspopulatie uit 106 leerlingen ($N = 106$) waarvan 57 jongens, (53,8%) en 49 meisjes (46,2%) met een gemiddelde leeftijd van bijna 7 jaar en 3 maanden ($M = 86,98$; $SD = 5,28$) bij de voormeting. Iedere klas werd ingedeeld in een van de drie groepen, te weten de WM-interventiegroep, de MC-interventiegroep en de controlegroep.

Door middel van boxplots is onderzocht of er sprake was van outliers en extreme waarden. Cases die op een afstand van 1,5 tot 3 Inter Quartile Range (IQR) liggen zijn gedefinieerd als outliers (aangegeven met een rondje). Cases daarbuiten zijn gedefinieerd als extreme waarden (aangegeven met een asterisk). Er waren geen van extreme waarden. In vier situaties werden outliers geconstateerd: voormeting MC-score 67 en 69 ($M = 44,69$; $SD = 8,46$), nameting MC-score 25 en 63 ($M = 43,12$; $SD = 7,83$), zie figuur D1, Digit Span achterwaarts score 6 ($M = 3,41$; $SD = 0,91$), zie figuur D2 en de nameting rekenvaardigheden tempotoets score 9 en 280 ($M = 136,60$; $SD = 49,56$), zie figuur D3. De boxplots zijn opgenomen in Appendix D. De analyses zijn met en zonder de outliers uitgevoerd en de resultaten zijn vergeleken. Hierbij waren nagenoeg geen verschillen waardoor de outliers in dit onderzoek zijn genegeerd en de originele data, met behoud van de outliers, zijn gebruikt (Field, 2013).

De data in dit onderzoek waren nagenoeg normaal verdeeld, behalve de voormeting rekenvaardigheden tempotoets. In dit onderzoek zijn parametrische analyses uitgevoerd. De assumptie voor de normaalverdeling werd geschonden in alle testen waar voormeting van de rekenvaardigheden tempotoets gebruikt is. Echter, de steekproef is volgens de central limit theorem voldoende groot, meer dan honderd, om vertekening tegen te gaan (Field, 2013). De sphericiteit in dit onderzoek is aangenomen omdat bij alle toetsen gebruik werd gemaakt van twee 'within' levels.

Uit de ANOVA blijkt dat er geen significante verschillen in leeftijd zijn tussen de drie groepen (WM, MC en controle) ($F(2, 105) = 0,081$, $p = .922$). Leeftijd is daarom niet als covariaat meegenomen in de analyses. In **Fout! Ongeldige bladwijzerverwijzing.** staat het overzicht van het aantal deelnemers, de laagst en hoogst behaalde scores, de gemiddelden en de standaarddeviaties van de voor- en nameting van de rekenvaardigheden Citotoets, rekenvaardigheden tempotoets, Digit Span (WM) en metacognitie.

Tabel 1

Participanten, minimum en maximum scores, gemiddelden en standaarddeviaties van de voor- en nameting

	<i>N</i>	Minimum	Maximum	Gemiddelden	<i>SD</i>
Leeftijd (in maanden)	106	71	102	86.98	5.28
Cito E3 rekenen voormeting	106	91	225	152.47	25.91
Cito M4 rekenen nameting	106	105	259	179.62	33.57
Tempotoets voormeting	106	33	204	94.26	42.41
Tempotoets nameting	106	9	280	136.6	49.55
Digit Span (bTE_ML) voormeting	106	1	5	3.11	.91
Digit Span (bTE_ML) nameting	106	2	6	3.41	.91
Metacognitie voormeting	106	26	69	44.69	8.46
Metacognitie nameting	106	25	63	43.12	7.84

De relatie tussen de rekenvaardigheden, het werkgeheugen en de metacognitie

In en er blijkt een middelmatige correlatie tussen rekenvaardigheden tempotoets en het werkgeheugen, waarbij er een verklaarde variantie is van 6,3%.

Tabel 2 staan de correlaties tussen de rekenvaardigheden Citotoets, rekenvaardigheden tempotoets, werkgeheugen en metacognitie voormeting. Hieruit blijkt een bijna hoge correlatie tussen de rekenvaardigheden Citotoets en de rekenvaardigheden tempotoets, waarbij er een verklaarde variantie is van 22% (Field, 2013). Er blijkt een middelmatige correlatie tussen rekenvaardigheden Citotoets en het werkgeheugen, waarbij er een verklaarde variantie is van 6,8% en er blijkt een middelmatige correlatie tussen rekenvaardigheden tempotoets en het werkgeheugen, waarbij er een verklaarde variantie is van 6,3%.

Tabel 2

Correlatiecoëfficiënten van de rekenvaardigheden Citotoets, rekenvaardigheden tempotoets, werkgeheugen en metacognitie voormeting

	1	2	3	4
1 Citotoets E3	-			
2 Tempotoets	.47**	-		
3 Werkgeheugen (Digit Span)	.26**	.25**	-	
4 Metacognitie	.03	.11	.00	-

Noot. ** $p < .01$ (tweezijdig getoetst).

Het effect van werkgeheugeninterventie en metacognitie-interventie en de samenhang met geslacht op de rekenvaardigheden, werkgeheugen en metacognitie

Rekenvaardigheden Citotoets. In Tabel 3 zijn de gemiddelde scores van kinderen te zien voor de drie groepen (WM-interventiegroep, MC-interventiegroep en controlegroep) op de rekenvaardigheden Citotoets, uitgesplitst in voormeting, nameting en geslacht.

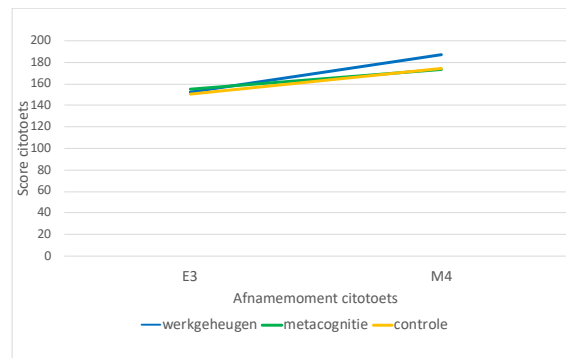
De herhaalde metingen analyse toont een significant interactie-effect tussen beide meetmomenten voor rekenvaardigheden Citotoets en interventie aan ($F(2, 102) = 5.42, p = .006$), zie Figuur 4. Deze laat zien dat de WM-interventiegroep meer verbetert dan de andere twee groepen.

Tussen beide meetmomenten is een significant interactie-effect zichtbaar voor rekenvaardigheden Citotoets en geslacht ($F(1, 102) = 12.32, p = .001$), zie Figuur 5. Deze laat zien dat de toename van de prestaties op de rekenvaardigheden Citotoets bij jongens groter is dan bij meisjes.

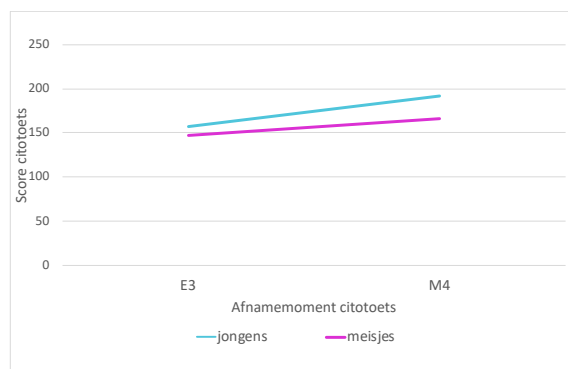
Tabel 3

Gemiddelde scores van kinderen per interventie en standaarddeviatie voor rekenvaardigheden Citotoets en geslacht

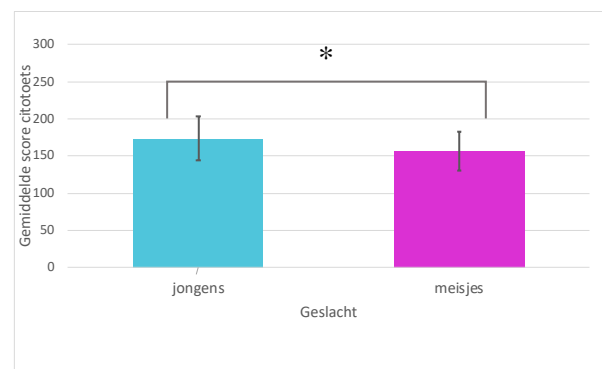
		Werkgeheugen		Metacognitie		Controle	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Citotoets E3	Totaal	152.02	23.37	154.61	28.92	150.27	26.43
	Jongen	158.38	25.13	155.80	24.02	155.54	27.52
	Meisje	144.40	18.94	153.13	34.87	145.00	25.25
Citotoets M4	Totaal	187.52	34.02	173.72	29.04	174.42	37.08
	Jongen	200.33	34.41	181.80	29.16	188.69	42.83
	Meisje	172.15	27.01	163.63	26.38	160.15	24.28



Figuur 4. Interactie-effect rekenvaardigheden Citotoets en interventie.



Figuur 5. Interactie-effect rekenvaardigheden Citotoets en geslacht.



Figuur 6. Between subjecteffect rekenvaardigheden Citotoets voor geslacht.

* $p < .05$.

Voor geslacht blijkt een between-subject effect ($F(1, 102) = 11.29, p = .001$), zie Figuur 6. Dit betekent dat jongens beter dan meisjes presteren op de rekenvaardigheden Citotoets, ongeacht meetmoment en interventiegroep. Er bleek een significant within-subjecteffect voor rekenvaardigheden Citotoets ($F(1, 102) = 128.67, p < .001$). Dit betekent dat de prestatie op de rekenvaardigheden Citotoets significant is toegenomen tussen de afname E3 en M4, ongeacht meetmoment en interventiegroep.

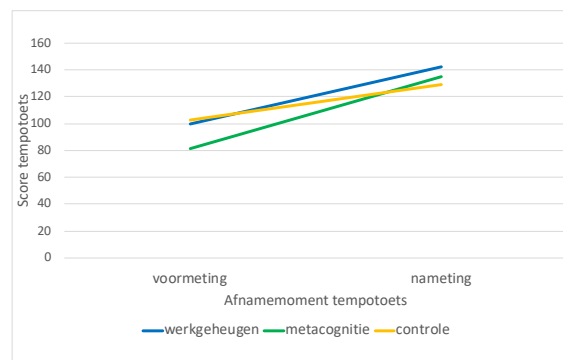
De herhaalde metingen drieweg interactie toont geen drieweg interactie-effect tussen rekenvaardigheden Citotoets, interventie en geslacht ($F(2, 100) = .056, p = .946$).

Rekenvaardigheden tempotoets. In Tabel 4 zijn de gemiddelde scores te zien voor de drie groepen op de rekenvaardigheden tempotoets, uitgesplitst in voormeting, nameting en geslacht.

Tabel 4

Gemiddelde scores van kinderen per interventie en standaarddeviatie voor rekenvaardigheden tempotoets en geslacht

		Werkgeheugen		Metacognitie		Controle	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Tempo-	Totaal	99.64	40.76	81.72	44.42	102.54	39.83
	Jongen	101.46	44.30	75.65	39.90	99.46	46.57
	Meisje	97.45	37.10	89.31	49.76	105.62	33.41
Tempo-	Totaal	142.41	48.58	135.11	49.29	128.85	52.23
	Jongen	146.63	49.46	132.35	45.58	121.92	70.30
	Meisje	137.35	48.26	138.56	54.91	135.77	25.25



Figuur 7. Interactie-effect rekenvaardigheden tempotoets en interventie.

De herhaalde metingen analyse toont een significant interactie-effect tussen beide meetmomenten aan voor rekenvaardigheden tempotoets en interventie en ($F(2, 102) = 5.37, p = .006$), zie Figuur 7. Deze laat zien dat zowel de WM-interventiegroep als de MC-interventiegroep meer verbeteren dan de controlegroep.

Voor de rekenvaardigheden tempotoets blijkt een significant within-subjecteffect ($F(1, 102) = 164.07, p < .001$). Dit betekent dat de prestatie op de rekenvaardigheden tempotoets significant zijn toegenomen tussen de eerste en tweede afname, ongeacht meetmoment en interventiegroep.

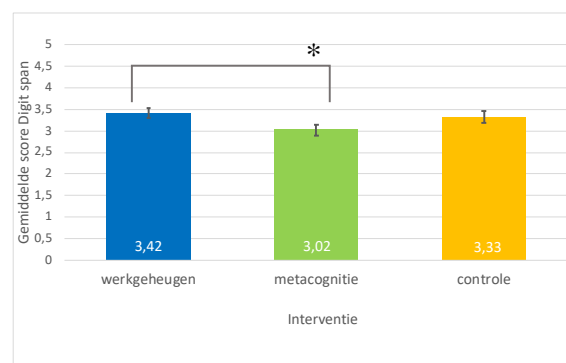
De herhaalde metingen drieweg interactie toont geen drieweg interactie-effect aan tussen rekenvaardigheden tempotoets, interventie en geslacht ($F(2, 100) = .473, p = .624$).

Werkgeheugen. In Tabel 5 zijn de gemiddelde scores opgenomen voor de drie groepen op de Digit Span, uitgesplitst in voormeting, nameting en geslacht.

Tabel 5

Gemiddelde scores van kinderen per interventie en standaarddeviatie voor Digit Span (WM) en geslacht

		Werkgeheugen		Metacognitie		Controle	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Digit Span	Totaal	3.36	.92	2.86	.96	3.04	.72
	Jongen	3.17	.82	2.65	.88	3.08	.76
	Meisje	3.60	1.00	3.13	1.03	3.00	.71
Digit Span na	Totaal	3.48	.98	3.17	.78	3.62	.94
	Jongen	3.42	1.02	3.10	.85	3.77	1.01
	Meisje	3.55	0.95	3.25	.68	3.46	.88



Figuur 8. Between subjecteffect Digit Span voor interventie.
* $p < .05$.

Uit de herhaalde metingen analyse blijkt een between-subjecteffect voor interventie ($F(2, 100) = 3.11, p = .049$), zie Figuur 8. Dit betekent dat er een significant verschil is tussen de interventiegroepen wat betreft WM, ongeacht meetmoment of geslacht. Een Tukey post-hoc analyse laat zien dat de WM-interventiegroep ($M = 3.43, SD = .11$) significant hoger scoort dan de MC-interventiegroep ($M = 3.03; SD = .12$), mean difference = .41, $p = .038$.

Voor Digit Span blijkt een within-subjecteffect ($F(1, 100) = 9.43, p = .003$). Dit betekent dat het WM significant is toegenomen tussen de eerste en tweede afname van de Digit Span, ongeacht meetmoment en interventiegroep.

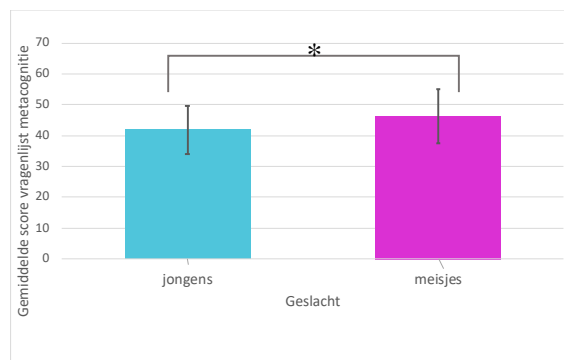
De herhaalde metingen drieweg interactie toont geen drieweg interactie-effect tussen WM, interventie en geslacht ($F(2, 100) = .016, p = .984$) aan.

Metacognitie. In Tabel 6 zijn de gemiddelde scores opgenomen voor de drie groepen op de vragenlijst metacognitie en de standaarddeviatie, uitgesplitst in voormeting, nameting en geslacht.

Tabel 6

Gemiddelde scores van kinderen per interventie en standaarddeviatie voor metacognitie en geslacht

		Werkgeheugen		Metacognitie		Controle	
		<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>	<i>M</i>	<i>SD</i>
Metacog-	Totaal	43.36	7.71	46.97	10.00	43.77	6.85
	Jongen	42.71	8.32	43.70	8.54	43.08	7.34
	Meisje	44.15	7.04	51.06	10.45	44.46	6.54
Metacog-	Totaal	43.18	7.01	43.92	7.92	41.92	9.12
	Jongen	41.75	7.96	41.25	7.30	37.23	7.46
	Meisje	44.90	5.36	47.25	7.60	46.62	8.35



Figuur 9. Between subjecteffect metacognitie voor geslacht.

* $p < .05$

Uit de herhaalde metingen blijkt een between-subjecteffect voor geslacht ($F(1, 100) = 13.75$, $p < .001$), zie Figuur 9. Dit betekent dat er een significant verschil is tussen de jongens en meisjes waarbij meisjes hoger scoren op MC, ongeacht meetmoment of interventie.

De herhaalde metingen drieweg interactie toont geen drieweg interactie-effect aan tussen MC, interventie en geslacht ($F(2,100) = 2.244$, $p = .111$).

De interventie met het grootste effect op de rekenvaardigheden, werkgeheugen en metacognitie

Rekenvaardigheden Citotoets. De ANOVA laat een significant effect zien ($F(2, 105)$, $p = .009$). Een Tukey post-hoc analyse toont aan dat de WM-interventiegroep ($M = 35.50$, $SD = 23.87$) significant verschilt van de metacognitiegroep ($M = 19.11$, $SD = 23.93$), mean difference = 16.40, $p = .008$. Dit betekent dat de WM-interventiegroep een grotere toename op de score van de rekenvaardigheden Citotoets heeft dan de MC-interventiegroep, maar niet groter dan de controlegroep.

Rekenvaardigheden tempotoets. De ANOVA laat een significant effect zien ($F(2, 105)$, $p = .005$). Een Tukey post-hoc analyse laat zien dat de metacognitiegroep ($M = 53.39$, $SD = 34.20$) significant verschilt van de controlegroep ($M = 26.31$, $SD = 30.07$), mean difference = 27.08, $p = .004$. Dit betekent dat de MC-interventiegroep een grotere toename op de score van de rekenvaardigheden tempotoets heeft dan de controlegroep, maar niet groter dan de WM-interventiegroep.

Werkgeheugen en metacognitie. Beide ANOVA's laten geen significante effecten zien. Dit betekent dat er geen verschillen zijn tussen de beide meetmomenten op de Digit Span en MC-vragenlijst bij de verschillende groepen en dat de interventie dus geen verbetering geeft op WM en MC.

Conclusie en discussie

Diverse onderzoeken geven aan dat zowel een WM-interventie als een interventie op MC-monitoring leiden tot betere (reken)resultaten (e.g. Desoete et al., 2003; Schneider & Artelt, 2010; Alexander et al., 1989). Het eerste doel van dit onderzoek was daarom na te gaan welke effecten een WM- en MC-interventie hebben op de algemene rekenvaardigheden (gemeten met de Citotoets), het automatiseren (gemeten met de tempotoets), het WM en de MC. Het tweede doel van dit onderzoek was te onderzoeken welke interventie, een WM-interventie of een MC-interventie het grootste effect heeft op de rekenvaardigheden.

Daarnaast geven diverse onderzoekers aan dat er bijna geen verschillen zijn tussen jongens en meisjes in WM (e.g. Espy, Kaufmann, Glisky & McDiarmid, 2001) en rekenvaardigheden (Martens et al., 2014; Van Tetering et al., 2019), terwijl de resultaten voor metacognitie niet eenduidig zijn (e.g. Lemieux et al., 2019). Het derde doel van dit onderzoek was daarom om de samenhang van de effecten van beide interventies op de rekenvaardigheden, WM en MC met geslacht te onderzoeken. Het onderzoek vond plaats in groep 4 van reguliere basisscholen.

Discussie

Ontwikkeling van rekenvaardigheden, werkgeheugen en metacognitie. Uit het huidige onderzoek blijkt dat de algemene rekenvaardigheden en het automatiseren tussen de twee meetmomenten zijn toegenomen, ongeacht of de leerlingen deel uitmaakten van een interventiegroep of de controlegroep. Dit betekent dat de leerlingen, gemiddeld genomen, hun kennis hebben vergroot op het gebied van rekenen in deze periode.

Daarnaast is het WM van de leerlingen verbeterd in deze periode, ongeacht of zij deel uitmaakten van een interventiegroep of controlegroep. Dit betekent dat WM, gemiddeld genomen, is vergroot in de periode van dit onderzoek. Deze ontwikkeling lijkt in lijn met eerdere bevindingen van Gathercole et al. (2004), waar bleek dat de structuur van WM aanwezig is bij kinderen vanaf zes jaar. Vervolgens verbetert WM zich steeds meer.

De metacognitie is tussen beide meetmomenten niet toegenomen in dit onderzoek, ongeacht of de leerlingen deel uitmaakten van een interventiegroep of de controlegroep. Dit betekent dat de MC, gemiddeld genomen, niet is verbeterd. Dit sluit aan bij eerdere bevindingen van Roebers et al. (2007) die zeggen dat MC-monitoring zich ontwikkelt tot rond het achtste levensjaar.

Correlatie tussen het werkgeheugen, de metacognitie en de rekenvaardigheden. Uit het huidige onderzoek blijkt dat er samenhang is tussen het werkgeheugen en de algemene rekenvaardigheden en het automatiseren. Dit betekent dat kinderen die over een goed werkgeheugen beschikken, goed kunnen rekenen. Dit betreft zowel de algemene rekenvaardigheden als automatiseren (e.g. Passolunghi & Costa, 2016). Daarnaast is er samenhang tussen de algemene rekenvaardigheden en automatiseren. Dit betekent dat kinderen profijt hebben van het ophalen van uitkomsten van eenvoudige sommen die zij geautomatiseerd hebben om deze vervolgens te gebruiken bij het oplossen van complexere rekenopgaven (Van de Rijt & Van Luit, 1998). Er blijkt geen samenhang tussen de MC en beide rekenvaardigheden. Dit sluit niet aan bij eerdere onderzoek van Schneider en Artelt (2010) die aangeven dat de rekenvaardigheden verbeteren na een MC-monitoring interventie. Mogelijk meet het gebruikte MC-instrument in het huidige onderzoek andere MC-vaardigheden dan gebruikelijk bij onderzoeken die de MC meten. Dus, mogelijk is het gebruikte MC-meetinstrument niet voldoende passend om samenhang tussen rekenvaardigheden en MC-monitoring te meten.

De effecten van een werkgeheugeninterventie op de rekenvaardigheden, werkgeheugen en metacognitie.

Rekenvaardigheden. Uit het huidige onderzoek blijkt dat de algemene rekenvaardigheden toenemen na een WM-interventie. Deze samenhang is in het huidige onderzoek ook gevonden tussen de algemene rekenvaardigheden en het werkgeheugen. Deze bevinding sluit hiermee aan bij de onderzoeken van Fuchs et al. (2014) en Passolunghi en Costa (2016).

De leerlingen uit de WM-interventiegroep hadden een grotere verbetering van de algemene rekenvaardigheden dan de leerlingen uit de MC-interventiegroep en de controlegroep. De WM-interventie bevatte activiteiten die aansloten bij de benodigde vaardigheden voor de algemene rekenvaardigheden Citotoets. Deze toets bestaat uit complexere taken waarbij meer van de leerling verwacht wordt dan alleen het oplossen van eenvoudige erbij- of eraf sommen, maar bijvoorbeeld het onthouden van gegevens en tussenoplossingen en het combineren van het eerder geleerde over de diverse rekendomeinen ofwel het gebruik maken van de fonologische lus en *updaten* (Friso-Van den Bos et al., 2013; Kroesbergen et al., 2009; van der Ven et al., 2012). In het huidige onderzoek maakten rekenactiviteiten die het automatiseren bevorderden (Kimspel digitaal, stippenmemory en ‘ik ga op reis en neem mee’) en spelactiviteiten (Brainbox Kaatje, Exago en memory) deel uit van de WM-interventie. Bij zowel de reken- als spelactiviteiten werd een beroep gedaan op het verbale WM en de benodigde vaardigheden om de complexere opgaven van een rekenvaardigheden Citotoets te kunnen oplossen, ook wel far transfer, waarbij de rekenactiviteiten domein- specifiek waren en de spellen domein-algemeen. Dus, mogelijk is hier sprake van far transfer bij het effect van een WM-interventie op de algemene rekenvaardigheden omdat er verbetering optreedt in andere, meer diverse WM-taken als het onthouden van belangrijke informatie en opslag en het ophalen van (deel)resultaten die nodig

zijn bij de algemene rekenvaardigheden (e.g. Gijselaers et al., 2017; Lee Swanson & McMurran, 2018).

In tegenstelling tot de verwachting, blijkt dat automatiseren niet toeneemt door een WM-interventie. Een rekenvaardigheden tempotoets meet in welke mate de rekenvaardigheden (optellen, aftrekken, vermenigvuldigen en delen) geautomatiseerd zijn, waarbij zoveel mogelijk sommen binnen een bepaalde tijd gemaakt worden, en is dus een toets die specifieke vaardigheden vraagt. Algemene rekenvaardigheidstesten zoals de Citotoets hebben een sterkere relatie met het verbale WM dan specifieke testen als een automatiseertoets. Hierbij moeten de uitkomsten van relatief makkelijke sommen uit het lange termijngeheugen opgehaald worden en wordt minder gebruik gemaakt van het verbale WM (Van de Rijt & Van Luit, 1998). Hierdoor neemt mogelijk het automatiseren niet toe (Friso-van den Bos et al., 2013; Van de Weijer-Bergsma et al., 2015). Een mogelijke verklaring is dus dat automatiseren een minder sterke relatie heeft met het verbale WM.

Ondanks dat hier sprake is van near transfer, immers in de WM-interventie waren domein-specifieke automatiseeractiviteiten opgenomen, is tegen de verwachting in, de relatie WM en automatiseren niet zichtbaar. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat er bij het automatiseren veelal gebruik wordt gemaakt van het lange termijngeheugen en minder van het WM. Pas als sommen niet geautomatiseerd zijn, wordt hiervan gebruik gemaakt (Van de Weijer-Bergsma et al., 2015). De test was adequaat voor de leeftijd en hetgeen de kinderen geautomatiseerd zouden kunnen hebben. Dus, een mogelijke verklaring is dat bij het automatiseren meer gebruik is gemaakt van het lange termijngeheugen.

Werkgeheugen. Tegen de verwachting in blijkt dat het WM niet toeneemt door een WM-interventie. Een mogelijke verklaring hiervoor is dat de gebruikte interventie niet voldoende passend was om het verbaal WM bij de WM-interventiegroep te verbeteren. Hoewel de spelactiviteiten overeenkomen met die van de onderzoeken van Huiting (2009) en Kroesbergen et al. (2014), die beiden in hun onderzoek wel een toename van het WM vonden, hebben de kinderen bij de meeste spelactiviteiten geen begeleiding en feedback gehad van de leraar, in tegenstelling tot ander onderzoek (Fuchs et al., 2014; Kroesbergen et al., 2014; Passolunghi & Costa, 2016). De leraar begeleidde tijdens week 1 het Kimspel digitaal en tijdens week 2 het spel 'ik reken en reken uit...'. Bij deze activiteiten kregen de kinderen, naast de begeleiding, directe feedback van de leraar. De andere activiteiten van die week, werden door kinderen zelf uitgevoerd. Daarbij was geen begeleiding en ook geen directe feedback van de leraar. Dus, mogelijk is het begeleiden van alle spelactiviteiten en het geven van directe feedback op de spelactiviteiten van invloed op de kwaliteit van de WM-interventie.

Een andere mogelijke verklaring is dat de Digit Span backward, het WM-meetinstrument, onvoldoende passend was voor het meten van het WM in het huidige onderzoek. In de onderzoeken van Huiting (2009) en Kroesbergen et al. (2014) is gebruik gemaakt van meerdere WM-

meetinstrumenten naast de Digit Span backward. Deze andere meetinstrumenten leidden wel tot een verbetering van de WM-capaciteit, de Digit Span backward echter niet. Daarnaast is de Digit Span backward geen test waar iemand zich kan verbeteren door het toepassen van een aangeleerde strategie. De WM-interventie leerde geen strategieën aan die mogelijk tot een verbetering van het WM zouden kunnen leiden bij de Digit Span backward. Dus, mogelijk is de Digit Span een onvoldoende passend meetinstrument om in het huidige onderzoek een verbetering in het WM te meten.

Metacognitie. Een WM-interventie leidt niet tot een verbetering van de MC. MC-monitoring is erop gericht om een stap terug te doen, boven de situatie te gaan hangen en te kijken naar het proces om het eigen handelen te overzien en aan te passen indien noodzakelijk (Veenman et al., 1997; Veenman et al., 2004). De WM-interventie was gericht op het verbeteren van WM. Terugkijken in het proces (MC) kreeg tijdens de WM-interventie geen aandacht. Dus, een mogelijke verklaring voor het ontbreken van een effect van een WM-interventie op MC is het niet optreden van far transfer omdat er geen verbetering optreedt in andere, meer diverse taken (MC) na een WM-interventie (Henry et al., 2014; Nelwan & Kroesbergen, 2016; Lee Swanson & McMurran, 2018).

De effecten van een metacognitie-interventie op de rekenvaardigheden, werkgeheugen en metacognitie.

Rekenvaardigheden. Uit het huidige onderzoek blijkt dat automatiseren, volgens verwachting, toeneemt na een MC-interventie. Dit sluit aan bij de bevindingen uit het onderzoek van Desoete et al. (2003) waar kinderen die een MC-training kregen, beter presteerden op automatiseren. Uit het huidige onderzoek blijkt dat de algemene rekenvaardigheden, tegen de verwachting in, niet zijn verbeterd na een MC-interventie. Dit sluit niet aan bij de bevindingen uit onderzoeken waar kinderen die een MC-training kregen beter presteerden op de algemene rekenvaardigheden (Desoete et al., 2003; Pennequin et al., 2010b). MC-monitoring is erop gericht om leerlingen meer inzicht te geven in hun eigen leerproces waardoor de leerling meer profiteert van het eerder uitgezette plan (Veenman et al., 1997; Veenman et al., 2004; Roebbers et al., 2007). MC-monitoring is daardoor met name van belang voor nieuw aan te leren rekenopgaven omdat leerlingen hiermee onbekend zijn en minder belangrijk voor (al gedeeltelijk) geautomatiseerde strategieën of retrieval (Carr & Jessup, 1995). De rekenvaardigheden tempotoets die in het huidige onderzoek gebruikt is, is een automatiseringstoets waarbij de items uit de interventie (e.g. 'Begrijp je de opdrachten die je moet maken?') dus niet van toepassing zijn. De bevindingen uit het huidige onderzoek zijn daarmee tegenstrijdig met de verwachting dat er een toename zou plaatsvinden bij beide rekenvaardigheden. Dus, een MC-interventie zorgt voor meer toename bij het automatiseren dan geen interventie. Het is echter belangrijk meer onderzoek te doen naar de samenhang van een MC-interventie en de algemene rekenvaardigheden en automatiseren.

Een mogelijke verklaring voor het niet verbeteren van de algemene rekenvaardigheden na een MC-interventie is de gemiddelde leeftijd van de leerlingen. Deze is in het huidige onderzoek 7 jaar en 3 maanden. Bij beide andere onderzoeken is de leeftijd hoger, respectievelijk 8 jaar en 3 maanden (Desoete et al., 2003) en 8 jaar en 10 maanden (Pennequin et al., 2010b). De metacognitieve vaardigheden ontwikkelen zich vanaf ongeveer het zesde jaar en zijn gerijpt rond het twaalfde levensjaar (Veenman et al., 2004). De metacognitieve ontwikkeling van de kinderen in het huidige onderzoek is in de beginfase omdat deze dicht bij de zes jaar ligt. Hoe dichterbij de leeftijd bij de 12 jaar ligt, hoe meer metacognitieve ontwikkeling zichtbaar zou moeten zijn. Dus, mogelijk is de relatief jonge leeftijd van de huidige onderzoeksgroep ten opzichte van de gebruikelijke metacognitieve ontwikkeling een verklaring voor het feit dat er geen effect van een MC-interventie zichtbaar is op de algemene rekenvaardigheden. Deze verklaring sluit tevens aan bij de bevindingen van Roebbers et al. (2007) die aangeven dat de MC-monitoring zich ontwikkelt rond het achtste jaar.

Een andere mogelijke verklaring is de afwezigheid van samenhang tussen de MC en de algemene rekenvaardigheden in het huidige onderzoek. Hoewel andere onderzoeken van bijvoorbeeld Schneider en Artelt (2010) aangeven dat MC-monitoring leidt tot betere rekenvaardigheden tijdens de basisschoolperiode is deze samenhang niet zichtbaar in het huidige onderzoek. Dus, mogelijk is het ontbreken van samenhang tussen de MC en algemene rekenvaardigheden hiervoor, naast de leeftijd van de kinderen, ook een verklaring.

Metacognitie. Tegen de verwachting in, leidt een MC-interventie niet tot verbetering van de MC. Dit sluit niet aan bij de bevindingen van de onderzoeken van Desoete et al. (2003), Pennequin et al. (2010b) die aantonen aan dat kinderen die een MC-interventie hebben gehad, beter presteren wat betreft metacognitieve kennis en metacognitieve vaardigheden. Een eerste verklaring hiervoor is dat de leerlingen zekerder van hun MC-monitoringsvaardigheden waren bij de voormeting dan bij de nameting. De interventie heeft hierin mogelijk een rol gespeeld doordat de leerlingen zichzelf bewust vragen moesten stellen over de te maken rekenopgaven als ‘gebruik je de juiste oplossingsmethode of moet je deze veranderen?’ (Lingel et al., 2019). Dus, mogelijk is de nameting realistischer ingevuld omdat de kinderen meer besef hadden over hun eigen MC-monitoring.

Een tweede verklaring is wellicht de MC-monitoring vragenlijst die bij de voor- en nameting gebruikt is. Deze vragenlijst is geënt op de vier fasen (de oriëntatie-, organisatie-, uitvoerende- en verificatiefase) waarbij MC-monitoring plaatsvindt en die nodig is voor het oplossen van een rekenkundige opgave (Garofalo & Lester, 1985; Lingel et al., 2019). Vragen hieruit zijn bijvoorbeeld ‘Als ik mijn werk af heb, herhaal ik de belangrijkste punten (dingen) om er zeker van te zijn dat ik ze geleerd heb’ en ‘Ik bepaal mijn eigen leerdoel voordat ik iets ga leren’. De vragen van de MC-interventie betroffen alleen vragen uit de uitvoerende fase (e.g. ‘Kun je weer verder met je werk?’), zie Appendix B. De resultaten van het onderzoek zijn hierdoor mogelijk anders dan wanneer afstemming

tussen het meetinstrument en de interventie was geweest. Dus, mogelijk zou er een betere afstemming tussen de MC-interventie en het meetinstrument moeten zijn bij een volgend onderzoek.

Een mogelijk laatste verklaring is de leeftijd van de kinderen. In andere onderzoeken is de gemiddelde leeftijd hoger (Desoete et al., 2003; Pennequin et al., 2010b). Daarbij ligt de ontwikkeling van MC-monitoring rond het achtste jaar (Roebers et al., 2007). Dus, mogelijk is de relatief jonge leeftijd van de huidige onderzoeksgroep ten opzichte van de gebruikelijk metacognitieve ontwikkeling een verklaring voor het feit dat er geen effect van een MC-interventie zichtbaar is op de MC.

Werkgeheugen. Een MC-interventie leidt niet tot verbetering van het WM. Een mogelijke verklaring voor het ontbreken hiervan is het niet optreden van far transfer omdat er geen verbetering optreedt in andere, meer diverse taken (WM) na een MC-interventie (Henry et al., 2014; Nelwan & Kroesbergen, 2016; Lee Swanson & McMurran, 2018).

De interventie met het grootste effect op de rekenvaardigheden, werkgeheugen en metacognitie. In het huidige onderzoek leidt een WM-interventie tot een grotere verbetering op de algemene rekenvaardigheden dan een MC-interventie. Dit sluit aan bij de onderzoeken van Fuchs et al. (2014) en Passolunghi en Costa (2016) die aangeven dat de algemene rekenvaardigheden verbeteren na een WM-interventie. Algemene rekenvaardigheden vragen, zoals eerder aangegeven, veel van het WM doordat er meer geschakeld moet worden tussen verschillende bewerkingen en mentale modellen (Friso-Van den Bos et al., 2013; Kroesbergen et al., 2009; Van de Weijer- Bergsma, Kroesbergen & Van Luijt., 2015; Van der Ven et al., 2013). Een WM-interventie leidt echter niet tot meer verbetering van het automatiseren. Mogelijk is het WM belangrijker dan MC wat betreft de algemene rekenvaardigheden, hetgeen ook zichtbaar is in de eerder aangetoonde sterkere samenhang tussen de algemene rekenvaardigheden en het WM ten opzichte van de afwezigheid van samenhang tussen de algemene rekenvaardigheden en de MC. Dus, mogelijk leidt een WM-interventie tot meer verbetering van de algemene rekenvaardigheden dan automatiseren.

In het huidige onderzoek leidt een MC-interventie tot een grotere verbetering van het automatiseren dan een WM-interventie. Volgens Carr en Jessup (1995) zijn metacognitieve vaardigheden, waaronder MC-monitoring, met name van belang voor rekenopgaven die nieuw aangeleerd worden, omdat leerlingen hiermee onbekend zijn, maar minder noodzakelijk bij gedeeltelijk geautomatiseerde strategieën en retrieval. Dit blijkt in het huidige onderzoek dus niet zo te zijn, want automatiseren is het vrijwel routinematig uitvoeren van rekenhandelingen (Inspectie van het Onderwijs, 2011) en geen nieuw aan te leren rekenopgaven. Automatiseren behoort tot het standaard curriculum rekenen en wordt veelal dagelijks in de groepen via de methode of andere manieren geoefend. Dit betekent dat, interventie of niet, er naar alle waarschijnlijkheid automatiseeroefeningen hebben plaatsgevonden waardoor kinderen zich mogelijk verbeterd hebben in het automatiseren. Deze reguliere automatiseeroefeningen kunnen in de MC-interventiegroepen mogelijk geleid hebben tot

meer verbetering in het automatiseren. Dus, mogelijk leidt het automatiseren in het reguliere rekenprogramma tot onverwacht meer verbetering van het automatiseren in de MC-interventiegroep. Nader onderzoek zou gedaan moeten worden om dit effect uit te sluiten.

De WM-interventie leidt niet tot meer verbetering op het WM dan op de MC en een MC-interventie leidt niet tot meer verbetering op de MC dan op het WM. Mogelijke verklaringen hiervoor zijn het niet optreden van far transfer en near transfer omdat niet meer verbetering optreedt in andere, meer diverse taken na een WM- of MC-interventie, far transfer. Daarnaast treedt er ook niet meer verbetering op bij een vergelijkbare taak, near transfer, in het huidige onderzoek het WM of de MC (Henry et al., 2014; Lee Swanson & McMurran, 2018; Nelwan & Kroesbergen, 2016).

Dus, in het huidige onderzoek leidt de WM-interventie niet tot grotere verbetering van het WM en de MC-interventie leidt niet tot een grotere verbetering van het MC.

De samenhang tussen de effecten van een werkgeheugeninterventie en metacognitieve interventie op de rekenvaardigheden, werkgeheugen, metacognitie en geslacht. Uit het huidige onderzoek blijkt, volgens verwachting, geen verschil in verbetering voor zowel jongens en meisjes op de rekenvaardigheden (algemeen en automatiseren) het WM en de MC zowel bij een WM-interventie als een MC-interventie. Een mogelijke verklaring hiervoor is de combinatie van de voorspellers. Uit het huidige onderzoek kwam naar voren dat jongens beter scoren dan meisjes op de algemene rekenvaardigheden en zich tevens meer verbeteren dan meisjes op de algemene rekenvaardigheden. Dit sluit aan bij de bevindingen van eerder onderzoek waar bleek dat jongens beter scoren op de algemene rekenvaardigheden dan meisjes (Janssen et al., 2010; Janssen et al., 2015; Van Tetering et al., 2019). Uit het huidige onderzoek blijken jongens zich niet meer te verbeteren dan meisjes op het automatiseren, hetgeen ook aangetoond is door Martens et al. (2014). Daarnaast blijkt uit het huidige onderzoek dat jongens zich niet meer verbeteren op het WM dan meisjes. Gathercole et al. (2004) en Lynn en Irwin (2008) tonen vergelijkbare resultaten aan in hun onderzoeken. Meisjes presteren beter op MC-monitoring dan jongens gemiddeld over de voormeting en nameting in het huidige onderzoek. Dit sluit aan bij de bevindingen van eerder onderzoek waar bleek dat vrouwen meer kennis hebben van MC-strategieën en ernaar neigen dit meer in te zetten (Bidjerano, 2005; Wu, 2014; Zimmerman & Martinez-Pons, 1990). Dus, de combinatie van én weinig verschil tussen jongens en meisjes op de algemene rekenvaardigheden, én geen verschillen bij het automatiseren en het WM én weinig verschil bij MC zorgt ervoor dat geen verschil in verbetering is tussen jongens en meisjes op de rekenvaardigheden (algemeen en automatiseren), het WM en de MC.

Beperkingen en aanbevelingen

Er zijn enkele beperkingen te noemen bij dit onderzoek. Allereerst zijn de leerlingen uit dit onderzoek allemaal afkomstig uit hetzelfde deel van Nederland en krijgen zij onderwijs bij dezelfde

stichting. Hoewel de scholen in deze stichting zelf hun onderwijs in kunnen richten, zijn er overeenkomsten door bijvoorbeeld beleidskaders en opleidingen op stichtingsniveau. Voor vervolgonderzoek wordt aangeraden om te zorgen voor meer spreiding in Nederland.

Ten tweede is er sprake van selectie bias, hetgeen wil zeggen dat de deelnemende groepen mogelijk geen goede afspiegeling zijn van alle groepen 4 in Nederland. Vanuit de stichting heeft een achttal scholen aangegeven, deel te willen nemen aan dit onderzoek. Van de betreffende scholen konden alle kinderen in de groepen meedoen aan het onderzoek. Vervolgens is geen gebruik gemaakt van objectieve gegevens als de sociaaleconomische opbouw van de gemeente van de school, de vooropleiding van ouders, onderliggende stoornissen, IQ, enzovoort. In sommige deelnemende groepen was de respons laag. Het is onbekend of de aangemelde kinderen representatief waren voor de klas en populatie. Bij het analyseren van de onderzoekgegevens bleek daarnaast dat de WM-groep significant hoger scoorde dan de MC-groep op de Digit Span bij de voormeting. Hier is mogelijk sprake van een extra selectie bias en is deze WM-groep geen goede afspiegeling van de hele onderzoeksgroep. De steekproef is door in deze paragraaf genoemde factoren mogelijk niet representatief voor de populatie. Het is wenselijk om in vervolgonderzoek rekening te houden met de genoemde factoren door randomisatie toe te passen. De groepen worden dan op willekeurige wijze samengesteld, bijvoorbeeld door loting binnen de onderzoekspopulatie, waardoor een gelijke verdeling van eigenschappen van de deelnemers ontstaat en andere effecten (als bijvoorbeeld stoornissen en sociaaleconomische opbouw) wegvallen. Het resultaat van het onderzoek zou daarmee betrouwbaarder kunnen zijn (Field, 2013).

Ten derde deden alle WM-interventietaken in het huidige onderzoek een beroep op WM omdat in alle taken opslag en verwerking plaatsvond (Alloway et al., 2006). In het huidige onderzoek is echter geen onderscheid gemaakt tussen domein-specifieke rekenactiviteiten (e.g. stippenmemory), en domein-algemene rekenactiviteiten (e.g. Brainbox Kaatje) (Huiting, 2009). Nader onderzoek zou gedaan moeten worden naar de verschillen tussen de samenhang van het WM en domein-specifieke rekenactiviteiten en domein-algemene rekenactiviteiten.

De leraar vaardigheden behoren tot de laatste beperking. Bij beide interventies waren deze van belang voor de uitvoering hiervan. Mogelijk is door uitvoeringen, anders dan beschreven in de handleiding van de interventie (bijvoorbeeld minder tijd besteden aan het spelen van de spellen of de vragen net anders stellen), het resultaat van het onderzoek beïnvloed. De onderzoeker heeft elke groep bezocht tijdens de uitvoering van de interventie. Ondanks de uitvoerige beschrijvingen van de interventies waren verschillen zichtbaar. Soms kwam dit door beperkingen in of van de groep, zoals bijvoorbeeld de grootte of de vaardigheden van de groep. Soms kwam dit door verkeerde uitvoering van een spel. Onderzoeker heeft de verschillen besproken met de uitvoerende leraren zodat bijgestuurd kon worden. De aanbeveling bij een volgend onderzoek is om de interventies door onderzoeker bij

aanvang een aantal keren te demonstreren aan de leraren, zodat de interventies in elke groep hetzelfde worden uitgevoerd.

Implicaties en conclusie

De WM-interventie zoals deze is uitgevoerd in het huidige onderzoek is relatief eenvoudig in de klas toe te passen. De interventie bedroeg driemaal per week een kwartier speeltijd, waarbij domein-specifiek en domein algemene spellen werden ingezet die een beroep deden op WM. Deze spellen kunnen afgestemd worden op de leeftijdsgroep zodat ze interessant blijven. In boeken en op websites zijn voldoende aanbevelingen te vinden, gerangschikt op leeftijd, met spellen die het WM verbeteren. Het spelen van werkgeheugenspellen motiveert leerlingen en is een waardevolle toevoeging aan het (reken)onderwijs omdat hierdoor de algemene rekenvaardigheden verbeteren.

Meisjes hebben volgens het huidige onderzoek en andere onderzoeken (Bidjerano, 2005; Ciascai & Haiduc, 2011; Zimmerman en Martinez-Pons, 1990) meer kennis van MC-strategieën en maken meer gebruik van MC-monitoring. Trainen van MC-strategieën geeft jongens mogelijk meer kennis en vaardigheden, waardoor het succes op de rekenvaardigheden tijdens de basisschoolperiode kan toenemen (Desoete et al., 2003; Pennequin et al., 2010b; Schneider & Artelt, 2010; Verschaffel, 1999). Dit is in de onderwijspraktijk relatief eenvoudig in te passen. Tijdens het zelfstandig werken kunnen steeds korte momenten ingelast worden om MC-vragen consequent te (laten) beantwoorden, zoals bij de MC-interventie uit dit onderzoek is gedaan. Hierdoor slijpen deze vragen in en leren leerlingen deze MC-strategie zelfstandig toe te passen.

Dit onderzoek heeft enkele belangrijke inzichten opgeleverd waar professionals in het onderwijs hun voordeel mee kunnen doen bij het geven van onderwijs. Een WM-interventie leidt tot verbetering van de algemene rekenvaardigheden en een MC-interventie leidt tot verbetering van het automatiseren. Afhankelijk van de rekenvaardigheden die je wilt trainen, algemene rekenvaardigheden of automatiseren, kies je welke interventie je in gaat zetten. Een WM-interventie leidt tot meer verbetering van de algemene rekenvaardigheden dan de MC-interventie. Een WM-interventie leidt tot far transfer bij de algemene rekenvaardigheden. Er waren geen verschillen in de effecten van de interventies tussen jongens en meisjes, dus beide interventies zijn inzetbaar voor zowel jongens als meisjes. Jongens scoren en verbeteren zich meer op de algemene rekenvaardigheden dan meisjes terwijl meisjes beter zijn in MC-monitoring dan jongens.

Referenties

- Alexander, P.A., Pate, P.E., Kulikowich, J.M., Farrell, D.M., & Wright, N.L. (1989). Domain specific and strategic knowledge: Effects of interventie on students of differing ages or competence levels. *Learning and individual differences*, 1(3), 283 - 325.
- Alloway, T. P. (2009). Working memory, but not IQ, predicts subsequent learning children with learning difficulties. *European Journal of Psychological Assessment*, 25, 92-98. doi:10.1027/1015-5759.25.2.92
- Alloway, T. P., Gathercole, S. E., & Pickering, S. J. (2006). Verbal and visuospatial short- term and working memory in children: Are they separable? *Child Development*, 77, 1698-1716. doi:10.1111/j.1467-8624.2006.00968
- Ariel, R., Lembeck, N.A., Moffat, S., & Hertzog, C. (2018). Are there sex differences in confidence and metacognitive monitoring, accuracy for every day, academic and psychometrically measured spatial ability? *Elzevier* 70. 42-52. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2018.08.001>
- Baddeley, A. D. (1996). Exploring the central executive. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 49A(1), 5–28.
- Baddeley, A. (2003). Working memory: looking back and looking forward. *Nature Reviews Neuroscience*, 4(10), 829-839. doi:10.1038/nrn1201
- Baddeley, A.D. (2012). Working memory; theories, models, and controversies. *Annual review psychology volume 63*, 1 - 29.
- Bidjerano, T. (2005). Gender differences in self-regulated learning. Paper presented at the 36th/2005 Annual Meeting of the Northeastern Educational Research Association, Kerhonkson, NY.
- Blöte, A. W., Van Otterloo, S. G., van Stevenson, C. E., & Veenman, M. V. J. (2004). Discovery and maintenance of the many-to-one counting strategy in 4-year-olds: A microgenetic study. *British Journal of Developmental Psychology*, 22, 83–102.
- Boekaerts, M. (1999). Metacognitive experiences and motivational state as aspects of self-awareness. Review and discussion. *European Journal of Psychology of Education*, 14, 571–584.
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: a problem of metacognition. In R. Glaser (Ed.). *Advances in instructional psychology*, 1, (77 – 165). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Bryce, D., Whitebread, D., & Szucs, D. (2014). The relationships among executive functions, metacognitive skills and educational achievement in 5 and 7 year-old children. *Metacognition Learning*, 10, 181–198.
- Carr, M., & Jessup, D.L. (1995). Cognitive and metacognitive predictors of arithmetics strategy use, *Learning and Individual Differences*, 7, 235-247.

- Ciascai, L., & Haiduc, L. (2011). Gender differences in metacognitive skills. A Study of the 8th grad pupils in Romania. *Procedia Social and Behavioral Sciences*, 29, 396 – 401.
- Conway, A. R., Kane, M. J., Bunting, M. F., Hambrick, D. Z., Wilhelm, O., & Engle, R. W. (2005). Working memory span tasks: A methodological review and user's guide. *Psychonomic bulletin & review*, 12(5), 769-786.
- Creswell, J. W. (2014). *Educational Research: planning, conducting and evaluating Quantitative and Qualitative Research (4th Edition)*. Harlow: Pearson.
- Dawson, P., & Guare, R. (2016). *Executieve functies bij kinderen en adolescenten* (achtste druk). Amsterdam: Hogrefe Uitgevers.
- Dawson, P., & Guare, R. (2018). *Executive skills in children and adolescents: a practical guide to assessment and intervention*. Third edition. NY: The Guildford Press.
- Dehaene, S., *The number sense: How the mind creates mathematics*, 1997, Oxford University Press; New York.
- De Smedt, B., Verschaffel, L., & Ghesquière, P. (2009a). The predictive value of numerical magnitude comparison for individual differences in mathematics achievement. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 469 - 479. doi:10.1016/j.jecp.2009.01.010
- De Smedt, B., Janssen, R., Bouwens, K., Verschaffel, L., Boets, B., & Ghesquière, P. (2009b). Working memory and individual differences in mathematics achievement: a longitudinal study from first to second grade. *Journal of Experimental Child Psychology*, 103, 186-201. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jecp.2009.01.004>
- Desoete, A. (2008). Multi-method assessment of metacognitive skills in elementary school children: How you test is what you get. *Meta- cognition and Learning*, 3, 189–206.
- Desoete, A., Roeyers, H., & De Clercq, A. (2003). Can offline metacognition enhance mathematical problem solving? *Educational Psychology*, 95(1), 188 – 200. doi: 10.1037/0022-0663.95.1.188
- Diamond, A. (1985). Development of the ability to use recall to guide action, as indicated bij infants; performance on AB. *Child Development*, 56(4), 868-883.
- Diamond, A. (2013). Executieve Functies. *Annual review of psychology*, 64, 135 – 168. doi: 10.1146/annurev-psych-113011-143750
- Dolk, M. (2005). Aandacht voor 'big ideas' in de wiskunde: Kinderen discussiëren over hun wiskundige ontdekkingen. *Volgens Bartjens...*, 25(2), 4 – 7.
- Duncan, G. J., Dowsett, C. J., Claessens, A., Magnuson, K., Huston, A. C., Klebanov, P., ... & Japel, C. (2007). School readiness and later achievement. *Developmental Psychology*, 43, 1428–1446. doi:10.1037/0012-1649.43.6.1428

- Efklides, A. (2011). Interactions of metacognition with motivation and affect in self-regulated learning: The MASRL model. *Educational Psychologist*, 46, 6–25.
- Espy Andrews, K., Kaufmann, P.M., Glisky, M.L., & McDiarmid, M.D. (2001). *The Clinical Neuropsychologist*, 15(1), 46-58. <https://doi.org/10.1076/clin.15.1.46.1908>
- Expertgroep Toetsen PO. (2018). *LVS toetsen: onderwijs en wetenschap*. Geraadpleegd van https://www.expertgroeptoetsenpo.nl/uimg/ept/b63349_att-160608_rekenen_wiskunde_3_0_gr_4_cito_beoordeling_externe_desk_def.pdf
- Field, A.P. (2013). *Discovering statistics using IBM SPSS statistics: and sex and drugs and rock 'n' roll*. 4th ed. Los Angeles: Sage
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry. *American Psychologist*, 34, 906 – 911. doi:10.1037/0003-066X.34.10.906
- Friso-Van den Bos, I., van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., & van Luit, J. E. H. (2013). Working memory and mathematics in primary school children: A meta-analysis. *Educational Research Review*, 10, 29-44. doi:10.1016/j.edurev.2013.05.003
- Fuchs, L.S., Schumacher, R. F., Sterba, S. K., Long, J., Namkung, J., Malone, A., ... & Chngas, P. (2014). Does working memory moderate the effects of fraction intervention? An aptitude–treatment interaction. *Journal of Educational Psychology*, 106, 499 - 514.
- Gathercole, S. E., Pickering, S. J., Ambridge, B., & Wearing, H. (2004). The structure of working memory from 4 to 15 years of age. *Developmental Psychology*, 40, 177-190.
- Gijselaers, H.J.M., Meijs, C., Neroni, J., Kirschner, P.A., & de Groot, R.H.M. (2017). Updating and not shifting predicts learning performance in young and middle-aged adults. *Mind, Brain, and Education*, 11(4), 190 – 200. <https://doi.org/10.1111/mbe.12147>
- Grammer, J., Coffman, J.L., & Ornstein, P. (2013). The effect of teacher’s memory-relevant language on children’s strategy use and knowledge. *Child development*, 84(6), 1989 – 2002.
- Henry, L.A., Messer, D.J., & Nash, G. (2014). Testing for near and far transfer effects with a hort, face-to-face adaptive working memory training intervention in typical children. *Infant and Child Development* 23(1), 84-103.
- Huizing, R. (2009). Werkgeheugen en getalbegrip: Effecten van domeinalgemene en domeinspecifieke werkgeheugeninterventie (Masterthesis, Universiteit Utrecht). Geraadpleegd op 22 april via <https://dspace.library.uu.nl/bitstream/handle/1874/35110/Masterthesis%20Huizing%2C%20R-3010791.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Inspectie van het Onderwijs. (2011). *Automatiseren bij het rekenen-wiskunde. Een onderzoek naar het automatiseren van basisbewerkingen in het basisonderwijs*. Geraadpleegd op 21 juli 2020, van

https://bareka.nl/wp-content/uploads/2016/10/Automatiseren_basisbewerkingen_rekenen_en_wiskunde.pdf

- Janssen, J., Verhelst, N., Engelen, R., & Scheltens, F. (2010). *Wetenschappelijke verantwoording Rekenen-Wiskunde 3.0 voor groep 3*. Arnhem: Cito.
- Janssen, J., Hop, M., & Wouda, J. (2015). *Wetenschappelijke verantwoording Rekenen-Wiskunde voor groep 4*. Arnhem: Cito.
- Kroesbergen, E.H., van der Ven, S.H.G., Kolkman, M.E., van Luit, J.E.H., & Leseman, P.P.M. (2009). Executieve functies en de ontwikkeling van (voorbereidende) . *Pedagogische Studiën*, 86, 334 – 349.
- Kroesbergen, E. H., Van 't Noordende, J. E., & Kolkman, M. E. (2014). Training working memory in kindergarten children: Effects on working memory and early numeracy. *Child Neuropsychology: A Journal on Normal and Abnormal Development in Childhood and Adolescence*, 20, 23–37. doi:10.1080/09297049.2012.736483
- Ledoux, G., Meijer, J., van der Veen, I., & Breetveld, I. (2013). Meetinstrumenten voor sociale competenties, metacognitie en advanced skills, een inventarisatie. Amsterdam: Kohnstamm Instituut.
- Lee Swanson, H., & McMurran, M. (2018). The impact of working memory training on near and far transfer measures: Is it all about fluid intelligence? *Child Neuropsychology*, 24(3), 370-395.
- Lemieux, C.L., Collin, C.A., & Watier, N.N. (2019). Gender differences in metacognitive judgments and performance on a goal-directed wayfinding task. *Journal of Cognitive Psychology* 31(4). 453-466. <https://doi.org/10.1080/20445911.2019.1625905>
- Lingel, K., Lenhart, J., & Schneider, W. (2019). *Metacognition in mathematics: do different metacognitive monitoring measures make a difference?* *ZDM*, 51, 587 – 600. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01062-8>
- Lynn, R., & Irwing, P. (2008). *Sex differences in mental arithmetic, Digit Span, and g defined as working memory capacity*. ScienceDirect, 36, 226 – 235.
- Martens, R., Hurks, P., & Jolles, J. (2014). *Sekseverschillen in rekenvaardigheden. Feit of fictie?* In: Volgens Bartjens 33 (5), 9 – 13.
- Martens, R., Hurks, P. P. M., Meijs, C., Wassenberg, R., & Jolles, J. (2011). Sex differences in arithmetical performance scores: Central tendency and variability. *Learning And Individual Differences*, 21(5), 549-554. doi:10.1016/j.lindif.2011.06.003
- Meester, E., & Pollen, P. (2017). Cognitieve principes: Waarom is school niet leuk? *JSW*, 2, 40 – 43.
- Meijs, C., van der Wurff, I., Resch, C., Hurks, P., & de Groot, R. (2019). *De WOBBLE studie: Het Wiebelkinderen Onderzoek naar Betere Breinprestaties en LeerEffecten*. Geraadpleegd op 29 mei 2020 via

https://www.ou.nl/documents/40554/845109/OW_WOBBLE_Onderzoeksverslag_Gedrag_en_passend_onderwijs_WOBBLE_aanpassing_april.pdf/44b6f6c6-cbfe-ccc1-db91-c7dd48d3d9bf?t=1586848908091

- Millisecond (december, 2016). *User Manual for Inquisit's Visual Digit Span*. Geraadpleegd op 1 mei 2019 via [https://www.millisecond.com/download/library/v5/Digit Span/Digit Span_auditory/Digit Span.manual](https://www.millisecond.com/download/library/v5/Digit%20Span/Digit%20Span_auditory/Digit%20Span.manual)
- Miyake, A., Friedman, N. P., Emerson, M. J., Witzki, A.H., Howerter, A., & Wager, T. D. (2000). The unity and diversity of executive functions and their contributions to complex “frontal lobe” tasks: A latent variable analysis. *Cognitive psychology*, 41, 49–100.
- Nelwan, M., & Kroesbergen, E.H. (2016). Limited near and far transfer effects of jungle memory working memory training on learning mathematics in children with attentional and mathematical difficulties. *Frontiers in Psychology*, 7, 1384.
- Noteboom, A., Aartsen, A., & Lit, S. (2017). *Tussendoelen rekenen-wiskunde voor het primair onderwijs. Uitwerkingen van rekendoelen voor groep 2 tot en met 8 op weg naar streefniveau 1S*. Enschede, SLO.
- Panaoura, A., & Philippou, G. (2003). The Construct Validity of an Inventory for the Measurement of Young Pupils' Metacognitive Abilities in Mathematics. [Reports - Research Speeches/Meeting Papers]. International Group for the Psychology of Mathematics Education. Paper presented at the 27th International Group for the Psychology of Mathematics Education Conference Held Jointly with the 25th PME NA Conference, 3, 437-444.
- Panaoura, A., & Philippou, G. (2007). The developmental change of young pupils' metacognitive ability in mathematics in relation to their cognitive abilities. *Cognitive Development*, 22, 149 – 164.
- Passolunghi, M. C., & Costa, H. M. (2016). Working memory and early numeracy interventie in preschool children. *Child Neuropsychology*, 22, 81-98.
- Passolunghi, M. C., Mammarella, I. C., & Altoè, G. (2008). Cognitive abilities as precursors of the early acquisition of mathematical skills during first through second grades. *Developmental Neuropsychology*, 33, 229–250.
<http://dx.doi.org/10.1080/87565640801982320>
- Pearson, P., & Gallagher, M.C. (1983). The instruction of reading comprehension. *Contemporary Educational Psychology*, 8, 317-344.
- Pennequin, V., Sorel, O., & Mainguy, M. (2010a). Metacognition, executive functions and aging: The effect of interventie in the use of metacognitive skills to solve mathematical word problems. *Journal of Adult Development*, 17(3), 168-176. doi: 10.1007/s10804-010-9098-3

- Pennequin, V., Sorel, O., Nanty, I., & Fontaine, R. (2010b). Metacognition and low achievement in mathematics: the effect of intervention in the use of metacognitive skills to solve mathematical word problems. *Thinking & Reasoning*, 16(3), 198 – 220.
- Preckel, F., Goetz, T., Pekrun, R., & Kleine, M. (2008). Gender differences in gifted and average-ability students: Comparing girls' and boys' achievement, self-concept, interest, and motivation in mathematics. *Gifted Child Quarterly*, 52(2), 146-159. doi: 10.1177/0016986208315834
- Roebbers, C. M., von der Linden, N., Schneider, W., & Howie, P. (2007). Children's metamemory judgments in an event recall task. *Journal of Experimental Child Psychology*, 97, 117–137. doi:10.1348/026151006x104392
- Roebbers, C.M., Cimeli, P., Röthlisberger, M., & Neuenschwander, R. (2012). Executive functioning, metacognition and self-perceived competence in elementary schoolchildren: an explorative study on their interrelations and their role for school achievement. *Metacognition Learning*, 7, 151 – 173. doi: 10.1007/s11409-012-9089-9
- Roebbers, C.M. (2017). Executive function and metacognition: towards a unifying framework of cognitive self-regulation. *Developmental review*, 45, 31 -51.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.dr.2017.04.001>
- Schneider, W., & Artelt, C. (2010). Metacognition and mathematics education. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 42, 149–161. doi:10.1007/s11858-010-0240-2
- Smidts, D., & Huizinga, M (2017). *Gedrag in uitvoering*. (2^e ed.). Amsterdam: Uitgeverij Nieuwezijds.
- Spies, M.A., Meier, B., & Roebbers, C.M. (2016). Development and longitudinal relationships between children's executive functions, prospective memory, and metacognition. *Cognitive Development*, 38, 99–113. dx.doi.org/10.1016/j.cogdev.2016.02.003
- Stelwagen, R., & Hoogland, K. (2015). *Het belang van rekenen en gecijferdheid in een leven lang leren*. Geraadpleegd op 15 november 2018, van <http://www.steunpuntbasisvaardigheden.nl/wp-content/uploads/2016/09/Het-belang-van-rekenen-en-gecijferdheid.pdf>
- Stichting Leerplan Ontwikkeling (2017). *Handreikingen executieve functies het jonge kind*. Geraadpleegd op 22 april 2019 via <http://jongekind.slo.nl/informatieplein/executieve-functies-EF-WE>
- Van de Rijt, B.A.M., & Van Luit, J.E.H. (1998). Effectiveness of the additional early mathematics program for teaching children early mathematics. *Instructional Science*, 26, 337-358.

- Van de Weijer-Bergsma, E., Kroesbergen, E. H., & Van Luit, J. E. (2015). Verbal and visual spatial working memory and mathematical ability in different domains throughout primary school. *Memory & cognition*, 43, 367-378. doi: 10.3758/s13421-014-04804
- Van der Ven, S. H. G., Kroesbergen, E. H., Boom, J., & Leseman, P. P. M. (2012). The development of executive functions and early mathematics: a dynamic relationship. *The British Journal of Educational Psychology*, 82, 100–119. doi: 10.1111/j.2044-8279.2011.02035.x
- Van Groenestein, M., Borghouts, C., & Janssen, C. (2011). *Protocol ernstige rekenwiskunde-problemen en dyscalculie*. Assen: Koninklijke van Gorcum.
- Van Tetering, M., van der Donk, M., de Groot, R., & J. Jolles (2019). Sex differences in the performance of 7-12 Year olds on a mental rotation task and the relation with arithmetic performance. *Frontiers in Psychology*, 10 (107). doi: 10.3389/fpsyg.2019.00107
- Van der Wurff, Meijs, C., Resch, C., Hurks, P., & de Groot, R. (2020). De WOBBLE studie: Het Wiebelkinderen Onderzoek naar Betere Breinprestaties en LeerEffecten.
- Veenman, M.V.J., Elshout, J.J., & Meijer, J. (1997). The generality vs. domain-specificity of metacognitive skills in novice learning across domains. *Learning and Instruction*, 7, 187 – 209.
- Veenman, M.V.J., Wilhelm, P., & Beishuizen, J.J. (2004). The relation between intellectual and metacognitive skills from a developmental perspective. *Learning and Instruction*, 14, 89 – 109
- Verschaffel, L. (1999). Realistic mathematical modeling and problem solving in the upper elementary school: Analysis and improvement. In J. H. M. Hamers, J. E. H. Van Luit, & B. Csapo (Eds.), *Teaching and learning thinking skills: Contexts of learning*. 215–240. Lisse, the Netherlands: Swets & Zeitlinger.
- Wagner, D., & Davis, B. (2010). Feeling number: grounding number sense is a sense of quantity. *Educational Studies in Mathematics*, 74, 39-52. doi:10.1007/s10649-009- 9226-9
- Wechsler, D. (2003). Wechsler Intelligence Scale for Children – Fourth edition: Technical and interpretative manual. San Antonio, TX: The Psychological Corporation.
- Willingham, D.T. (2009). *Why don't students like school? A cognitive scientist answers questions about how the mind works and what it means for the classroom*. San Francisco, CA: John Wiley & Sons.
- Woolfolk, A.E., & Hoy, W.K. (1990). Prospective teachers' sense of efficacy and beliefs about control. *Journal of educational Psychology*, 82(1), 81–91.
- Wu, J-Y. (2014). Gender differences in online reading engagement, metacognitive strategies, navigation skills and reading literacy. *Journal of Computer Assisted Learning*, 30, 252-271. doi: 10.1111/jcal.12054

Zimmerman, B.J., & Martinez-Pons, M. (1990). Student differences in self-regulated learning: relating grade, sex, and giftedness to self-efficacy and strategy use. *Journal of Educational Psychology*, 82(1), 51–59.

Appendix A: Rekenvaardigheden tempotoets

Versie 1 afname september 2019

$1 + 4 =$	$0 + 6 =$	$8 + 2 =$	$9 + 0 =$	$2 + 6 =$	$3 + 7 =$	$5 + 5 =$
$7 + 3 =$	$2 + 8 =$	$1 + 1 =$	$2 + 7 =$	$5 + 4 =$	$5 + 3 =$	$6 + 4 =$
$4 + 4 =$	$4 + 3 =$	$5 + 1 =$	$6 + 3 =$	$1 + 9 =$	$2 + 2 =$	$4 + 2 =$
$3 + 2 =$	$2 + 5 =$	$4 + 6 =$	$1 + 8 =$	$4 + 0 =$	$9 + 1 =$	$2 + 3 =$
$4 + 5 =$	$7 + 1 =$	$1 + 3 =$	$3 + 3 =$	$3 + 4 =$	$3 + 5 =$	$2 + 1 =$
$10 - 2 =$	$5 - 3 =$	$8 - 4 =$	$10 - 1 =$	$5 - 5 =$	$8 - 3 =$	$9 - 2 =$
$8 - 6 =$	$10 - 8 =$	$9 - 4 =$	$4 - 4 =$	$9 - 7 =$	$4 - 2 =$	$10 - 6 =$
$3 - 3 =$	$7 - 2 =$	$6 - 6 =$	$10 - 5 =$	$6 - 3 =$	$7 - 7 =$	$3 - 2 =$
$7 - 4 =$	$10 - 4 =$	$10 - 3 =$	$6 - 2 =$	$10 - 7 =$	$6 - 4 =$	$8 - 8 =$
$9 - 3 =$	$2 - 2 =$	$2 - 1 =$	$9 - 9 =$	$4 - 3 =$	$10 - 9 =$	$7 - 5 =$
$6 + 3 =$	$4 + 0 =$	$1 + 3 =$	$3 + 7 =$	$9 + 0 =$	$0 + 8 =$	$1 + 4 =$
$4 + 4 =$	$7 + 3 =$	$7 + 1 =$	$3 + 5 =$	$5 + 5 =$	$2 + 1 =$	$5 + 3 =$
$0 + 6 =$	$2 + 5 =$	$2 + 6 =$	$4 + 3 =$	$3 + 2 =$	$6 + 4 =$	$1 + 1 =$
$4 + 2 =$	$1 + 9 =$	$3 + 3 =$	$8 + 2 =$	$2 + 8 =$	$4 + 5 =$	$4 + 6 =$
$9 + 1 =$	$3 + 4 =$	$5 + 4 =$	$2 + 3 =$	$5 + 1 =$	$2 + 2 =$	$2 + 7 =$
$3 - 3 =$	$10 - 2 =$	$8 - 3 =$	$4 - 4 =$	$2 - 1 =$	$7 - 7 =$	$6 - 4 =$
$10 - 6 =$	$6 - 6 =$	$10 - 1 =$	$10 - 9 =$	$8 - 8 =$	$8 - 6 =$	$4 - 2 =$
$7 - 5 =$	$9 - 2 =$	$3 - 2 =$	$7 - 4 =$	$4 - 3 =$	$10 - 5 =$	$9 - 7 =$
$10 - 8 =$	$8 - 4 =$	$10 - 7 =$	$9 - 3 =$	$2 - 2 =$	$9 - 4 =$	$10 - 3 =$
$5 - 3 =$	$7 - 2 =$	$9 - 9 =$	$6 - 2 =$	$10 - 4 =$	$6 - 3 =$	$5 - 5 =$

Invloed werkgeheugeninterventie en metacognitieve interventie op rekenvaardigheden

$12 + 8 = \dots$	$11 + 6 = \dots$	$10 + 8 = \dots$	$13 + 4 = \dots$	$14 + 2 = \dots$	$10 + 7 = \dots$	$18 + 1 = \dots$
$10 + 6 = \dots$	$16 + 2 = \dots$	$17 + 2 = \dots$	$10 + 2 = \dots$	$13 + 7 = \dots$	$13 + 3 = \dots$	$17 + 3 = \dots$
$12 + 1 = \dots$	$18 + 2 = \dots$	$15 + 5 = \dots$	$16 + 3 = \dots$	$11 + 2 = \dots$	$14 + 6 = \dots$	$11 + 8 = \dots$
$16 + 4 = \dots$	$14 + 3 = \dots$	$11 + 4 = \dots$	$11 + 9 = \dots$	$20 + 0 = \dots$	$14 + 1 = \dots$	$13 + 6 = \dots$
$14 + 5 = \dots$	$10 + 4 = \dots$	$15 + 3 = \dots$	$12 + 6 = \dots$	$12 + 5 = \dots$	$19 + 1 = \dots$	$15 + 1 = \dots$
$20 - 7 = \dots$	$18 - 8 = \dots$	$18 - 6 = \dots$	$17 - 3 = \dots$	$19 - 5 = \dots$	$20 - 4 = \dots$	$18 - 2 = \dots$
$15 - 5 = \dots$	$13 - 2 = \dots$	$12 - 2 = \dots$	$20 - 9 = \dots$	$14 - 3 = \dots$	$17 - 1 = \dots$	$20 - 0 = \dots$
$16 - 0 = \dots$	$20 - 3 = \dots$	$19 - 7 = \dots$	$18 - 0 = \dots$	$20 - 1 = \dots$	$13 - 3 = \dots$	$15 - 1 = \dots$
$20 - 2 = \dots$	$17 - 5 = \dots$	$15 - 3 = \dots$	$14 - 4 = \dots$	$18 - 4 = \dots$	$20 - 8 = \dots$	$16 - 6 = \dots$
$19 - 3 = \dots$	$19 - 1 = \dots$	$20 - 6 = \dots$	$16 - 2 = \dots$	$17 - 7 = \dots$	$16 - 4 = \dots$	$20 - 5 = \dots$
$6 + 6 = \dots$	$9 + 10 = \dots$	$2 + 18 = \dots$	$9 + 3 = \dots$	$5 + 11 = \dots$	$8 + 12 = \dots$	$8 + 11 = \dots$
$7 + 12 = \dots$	$6 + 8 = \dots$	$10 + 10 = \dots$	$7 + 8 = \dots$	$1 + 19 = \dots$	$4 + 7 = \dots$	$5 + 15 = \dots$
$5 + 6 = \dots$	$4 + 16 = \dots$	$8 + 5 = \dots$	$2 + 16 = \dots$	$8 + 8 = \dots$	$8 + 9 = \dots$	$9 + 6 = \dots$
$0 + 20 = \dots$	$3 + 14 = \dots$	$6 + 7 = \dots$	$3 + 17 = \dots$	$2 + 9 = \dots$	$6 + 12 = \dots$	$7 + 7 = \dots$
$3 + 11 = \dots$	$7 + 13 = \dots$	$4 + 15 = \dots$	$7 + 4 = \dots$	$6 + 14 = \dots$	$9 + 9 = \dots$	$9 + 11 = \dots$
$19 - 19 = \dots$	$17 - 15 = \dots$	$18 - 14 = \dots$	$20 - 19 = \dots$	$19 - 12 = \dots$	$19 - 15 = \dots$	$11 - 11 = \dots$
$16 - 8 = \dots$	$20 - 17 = \dots$	$13 - 13 = \dots$	$18 - 11 = \dots$	$20 - 18 = \dots$	$20 - 12 = \dots$	$17 - 13 = \dots$
$20 - 13 = \dots$	$14 - 12 = \dots$	$16 - 12 = \dots$	$14 - 14 = \dots$	$15 - 13 = \dots$	$18 - 16 = \dots$	$18 - 9 = \dots$
$14 - 5 = \dots$	$17 - 17 = \dots$	$20 - 16 = \dots$	$12 - 8 = \dots$	$14 - 7 = \dots$	$12 - 6 = \dots$	$20 - 14 = \dots$
$15 - 15 = \dots$	$20 - 15 = \dots$	$13 - 11 = \dots$	$16 - 14 = \dots$	$20 - 11 = \dots$	$15 - 12 = \dots$	$11 - 7 = \dots$

Versie 2 afname januari 2020

$1+8=$	$2+6=$	$6+4=$	$5+4=$	$4+5=$	$4+=6$	$2+2=$
$9+1=$	$1+9=$	$5+5=$	$2+5=$	$5+1=$	$7+1=$	$7+3=$
$3+3=$	$5+3=$	$2+1=$	$3+2=$	$2+8=$	$4+4=$	$9+0=$
$4+0=$	$0+6=$	$3+7=$	$2+7=$	$4+3=$	$8+2=$	$3+4=$
$3+5=$	$4+2=$	$2+3=$	$1+1=$	$1+4=$	$1+3=$	$6+3=$
$10-4=$	$3-2=$	$4-2=$	$10-1=$	$7-7=$	$7-5=$	$2-1=$
$5-3=$	$10-3=$	$9-3=$	$2-2=$	$8-3=$	$8-4=$	$10-2=$
$8-8=$	$8-6=$	$4-4=$	$10-8=$	$6-3=$	$3-3=$	$9-4=$
$9-7=$	$10-9=$	$10-5=$	$7-4=$	$10-6=$	$6-2=$	$6-6=$
$6-4=$	$5-5=$	$4-3=$	$9-9=$	$9-2=$	$10-7=$	$7-2=$
$4+0=$	$6+3=$	$3+4=$	$1+9=$	$4+2=$	$2+6=$	$1+4=$
$2+2=$	$8+2=$	$2+1=$	$2+3=$	$3+3=$	$4+3=$	$9+0=$
$3+5=$	$0+6=$	$2+7=$	$5+1=$	$5+3=$	$9+1=$	$5+5=$
$5+4=$	$3+7=$	$4+4=$	$7+3=$	$4+6=$	$0+8=$	$2+8=$
$6+4=$	$4+5=$	$3+2=$	$2+5=$	$7+1=$	$1+1=$	$1+3=$
$6-6=$	$10-6=$	$6-2=$	$2-2=$	$5-3=$	$5-5=$	$9-2=$
$10-4=$	$8-8=$	$10-3=$	$10-7=$	$7-7=$	$8-6=$	$6-3=$
$7-4=$	$9-7=$	$8-6=$	$2-1=$	$9-4=$	$10-9=$	$7-5=$
$10-5=$	$4-2=$	$10-1=$	$9-3=$	$3-3=$	$4-3=$	$10-2=$
$3-2=$	$6-4=$	$4-4=$	$7-2=$	$10-8=$	$8-4=$	$9-9=$

Invloed werkgeheugeninterventie en metacognitieve interventie op rekenvaardigheden

$15 + 5 = \dots$	$16 + 2 = \dots$	$10 + 4 = \dots$	$14 + 2 = \dots$	$18 + 1 = \dots$	$10 + 8 = \dots$	$12 + 6 = \dots$
$10 + 7 = \dots$	$11 + 4 = \dots$	$17 + 2 = \dots$	$10 + 6 = \dots$	$13 + 7 = \dots$	$15 + 3 = \dots$	$14 + 6 = \dots$
$16 + 3 = \dots$	$17 + 3 = \dots$	$12 + 8 = \dots$	$11 + 8 = \dots$	$14 + 3 = \dots$	$18 + 2 = \dots$	$11 + 2 = \dots$
$11 + 9 = \dots$	$13 + 6 = \dots$	$11 + 6 = \dots$	$16 + 4 = \dots$	$19 + 1 = \dots$	$14 + 1 = \dots$	$14 + 5 = \dots$
$13 + 4 = \dots$	$10 + 2 = \dots$	$15 + 1 = \dots$	$12 + 5 = \dots$	$12 + 1 = \dots$	$20 + 0 = \dots$	$13 + 3 = \dots$
$20 - 5 = \dots$	$12 - 2 = \dots$	$15 - 1 = \dots$	$17 - 5 = \dots$	$19 - 7 = \dots$	$20 - 0 = \dots$	$16 - 4 = \dots$
$13 - 3 = \dots$	$18 - 4 = \dots$	$18 - 8 = \dots$	$20 - 6 = \dots$	$17 - 3 = \dots$	$14 - 2 = \dots$	$20 - 7 = \dots$
$17 - 1 = \dots$	$20 - 2 = \dots$	$19 - 5 = \dots$	$13 - 2 = \dots$	$20 - 4 = \dots$	$16 - 6 = \dots$	$18 - 6 = \dots$
$20 - 9 = \dots$	$16 - 0 = \dots$	$16 - 2 = \dots$	$17 - 7 = \dots$	$15 - 3 = \dots$	$20 - 3 = \dots$	$15 - 5 = \dots$
$18 - 0 = \dots$	$19 - 3 = \dots$	$20 - 8 = \dots$	$19 - 1 = \dots$	$14 - 4 = \dots$	$18 - 2 = \dots$	$20 - 1 = \dots$
$8 + 8 = \dots$	$7 + 8 = \dots$	$8 + 12 = \dots$	$6 + 8 = \dots$	$6 + 12 = \dots$	$1 + 19 = \dots$	$3 + 14 = \dots$
$2 + 16 = \dots$	$9 + 6 = \dots$	$6 + 6 = \dots$	$8 + 9 = \dots$	$4 + 16 = \dots$	$9 + 3 = \dots$	$9 + 11 = \dots$
$9 + 10 = \dots$	$2 + 18 = \dots$	$4 + 7 = \dots$	$7 + 12 = \dots$	$9 + 9 = \dots$	$6 + 7 = \dots$	$8 + 5 = \dots$
$7 + 13 = \dots$	$8 + 11 = \dots$	$5 + 6 = \dots$	$0 + 20 = \dots$	$7 + 4 = \dots$	$3 + 11 = \dots$	$7 + 7 = \dots$
$5 + 11 = \dots$	$5 + 15 = \dots$	$4 + 15 = \dots$	$2 + 9 = \dots$	$6 + 14 = \dots$	$10 + 10 = \dots$	$3 + 17 = \dots$
$11 - 11 = \dots$	$18 - 11 = \dots$	$19 - 12 = \dots$	$20 - 18 = \dots$	$18 - 16 = \dots$	$13 - 11 = \dots$	$15 - 15 = \dots$
$14 - 7 = \dots$	$20 - 11 = \dots$	$14 - 14 = \dots$	$15 - 12 = \dots$	$20 - 17 = \dots$	$20 - 16 = \dots$	$19 - 15 = \dots$
$20 - 15 = \dots$	$16 - 12 = \dots$	$15 - 13 = \dots$	$19 - 19 = \dots$	$14 - 12 = \dots$	$17 - 15 = \dots$	$16 - 8 = \dots$
$12 - 8 = \dots$	$13 - 13 = \dots$	$20 - 19 = \dots$	$11 - 7 = \dots$	$18 - 9 = \dots$	$12 - 6 = \dots$	$20 - 12 = \dots$
$17 - 17 = \dots$	$20 - 14 = \dots$	$18 - 14 = \dots$	$17 - 13 = \dots$	$20 - 13 = \dots$	$16 - 14 = \dots$	$14 - 5 = \dots$

Appendix B: Vragenlijst metacognitie-monitoring

	Nooit	Zelden	Soms	Vaak	Altijd
1. Hoe goed ik het doe, hangt af van mijn wil en mijn inzet.					
2. Ik kan meer leren over een onderwerp waar ik al meer van weet.					
3. Ik bepaal mijn eigen leerdoel voordat ik iets ga leren.					
4. Ik onderzoek hoe ik het doe als ik iets nieuws moet leren.					
5. Als ik mijn werk af heb, vraag ik me af of ik belangrijke nieuwe dingen heb geleerd.					
6. Als ik mijn werk af heb, herhaal ik de belangrijkste punten (dingen) om er zeker van te zijn dat ik ze geleerd heb.					
7. Ik gebruik verschillende manieren om iets te leren afhankelijk van het onderwerp.					
8. Ik ken manieren om te onthouden wat ik met rekenen geleerd heb.					
9. Ik begrijp een opdracht beter als ik de gegevens/informatie opschrijf.					
10. Wanneer ik een opdracht probeer op te lossen, zorg ik dat ik me op de opdracht concentreer.					
11. Wanneer ik een opdracht moeilijk vindt of een moeilijkheid tegenkom bij het oplossen van een opdracht, lees ik het de opdracht nog een keer.					
12. Als ik een opdracht aan het oplossen ben, vraag ik me af of ik de belangrijkste vragen beantwoord.					
13. Voordat ik de uiteindelijke oplossing van een opdracht opschrijf, probeer ik ook andere oplossingen te vinden.					
14. Als ik mijn werk af heb, weet ik hoe goed ik het gedaan heb.					

Appendix C: Beschrijving van de werkgeheugentaken

Kimspel digitaal (versie 1 en 2). Op het digibord staat een afbeelding met daarop een vijftien sommen zonder antwoorden. De kinderen mogen er in de eerste versie 60 seconden naar kijken en verdwijnt de afbeelding. De kinderen krijgen één minuut om de items op te schrijven en uit te rekenen. Tijdens de tweede versie mogen de kinderen 45 seconden kijken en krijgen ze één minuut om de items op te schrijven en uit te rekenen. De kinderen kijken in het groepje na hoeveel items ze goed hebben. Er vindt een opbouw in moeilijkheidsgraad plaats. De kinderen krijgen de eerste twee keer erbij-sommen tot twintig met tientaloverschrijding te zien, de derde en vierde keer eraf-sommen tot twintig met tientaloverschrijding (Van der Wurff et al., 2020) de vijfde tot en met de achtste keer keersommen waarin de tafels van 1, 2, 3, 5 en 10 verwerkt zijn. Voor elk moment zijn diverse afbeeldingen gemaakt. Dit spel is geschikt voor minimaal vier kinderen.

Brainbox Kaatje. Bij dit spel bekijkt het kind gedurende het lopen van de zandloper een tekening van vijf kinderen en moet onthouden wat het ziet. Als de zandloper op is, draait het kind een kaart om, gooit met de dobbelsteen voor de vraag en moet deze juist beantwoorden. Als het antwoord juist is, mag je de kaart houden. Het spel is geschikt voor groepjes van vier kinderen.

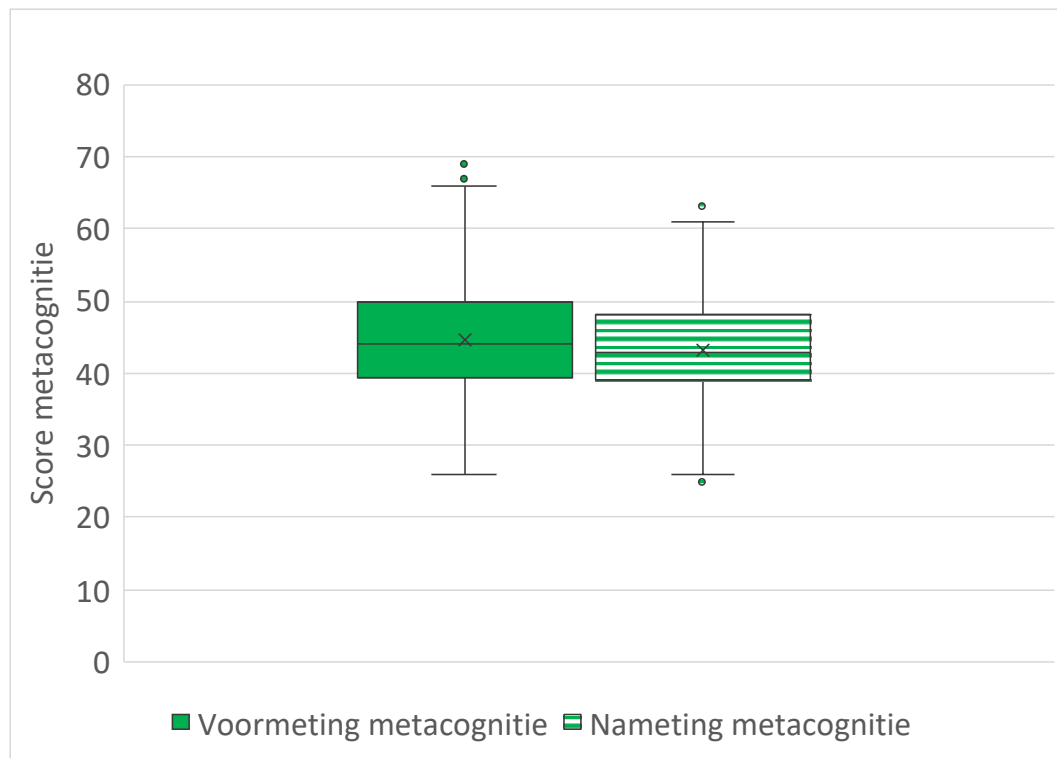
Memory. In deze taak wordt gebruik gemaakt van bestaande memoryspellen. De kaartjes worden verdeeld over de tafel. Een kind mag steeds twee plaatjes omdraaien en kijken naar de afbeeldingen. Als een kind een setje heeft met twee dezelfde afbeeldingen, mag het kind het setje houden. De beurt gaat, in tegenstelling tot het originele spel, dan toch over naar de volgende speler. Het spel is geschikt voor vier kinderen.

Ik kan rekenen en reken uit. In deze taak bedenken de kinderen zelf sommen en geven vervolgens het antwoord. De opdracht verandert steeds: de twee keer erbij-sommen tot twintig met tientaloverschrijding, de derde en vierde keer eraf-sommen tot twintig met tientaloverschrijding, de vijfde tot en met de zevende keer keersommen waarin de tafels van 1, 2, 3, 4, 5 en 10 verwerkt zijn. Het eerste kind begint en zegt: 'ik kan rekenen en reken uit ... (e.g. $5 + 3 = 8$)'. Het tweede kind zegt vervolgens: 'ik kan rekenen en reken uit $5 + 3 = 8$ en $2 + 2 = 4$ enzovoort. De kinderen noemen telkens alle voorgaande sommen in de juiste volgorde op. Dit spel is geschikt voor minimaal vier kinderen.

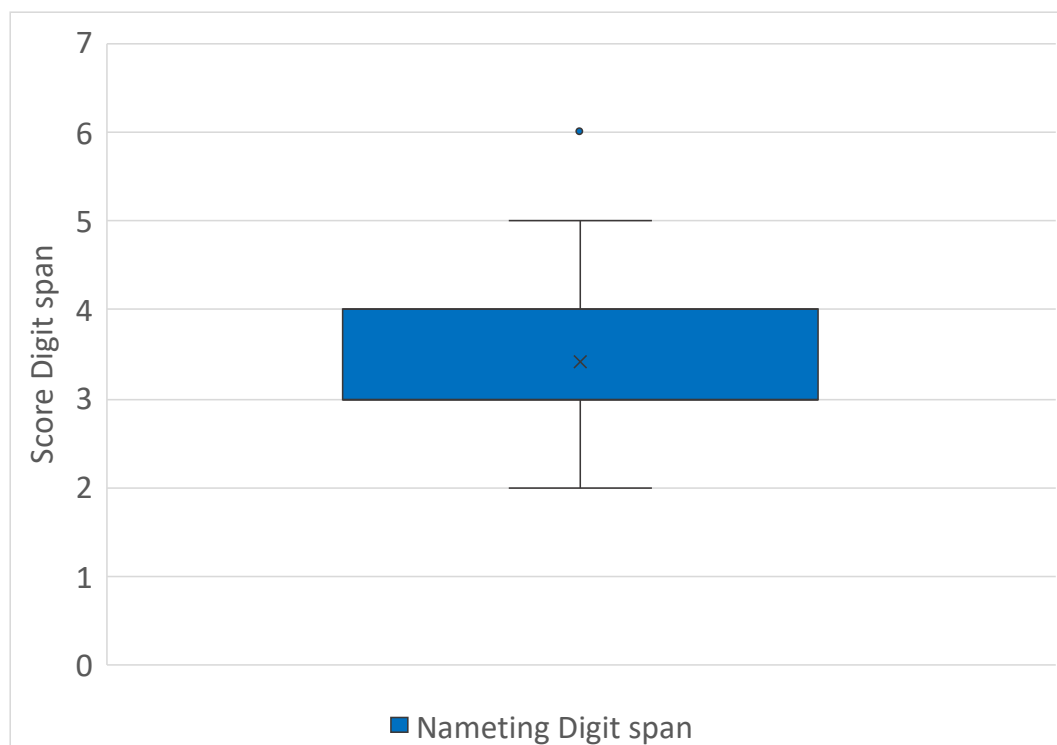
Exago. In dit abstracte bouwspel krijgt elke speler 6 schijven in een kleur. De bedoeling is om als eerste vier op een rij te leggen. De startspeler plaatst een schijf op het veld. De volgende speler plaatst een van zijn schijven op het bord aangrenzend aan de schijf die er al ligt. Om beurten gaat dit zo door. Zijn de schijven op, dan verplaatst de speler een eigen schijf naar keuze. Tijdens het spel kan de ander geblokkeerd worden om te voorkomen dat deze 'vier op een rij' behaald. De speler die het eerst vier schijven op een rechte rij heeft staan, is winnaar. Dit spel is geschikt voor vier kinderen.

Stippenmemory. In deze taak wordt gebruik gemaakt van kaartjes met cijfers erop en kaartjes met een corresponderend aantal stippen. De kaartjes worden met de zichtzijde naar beneden verdeeld over de tafel. Een kind mag steeds twee plaatjes omdraaien en kijken naar de afbeeldingen. Als een kind een gelijk setje heeft, dat wil zeggen dat het aantal stippen op de ene kaart overeenkomt met het cijfer op de andere kaart, mag het kind het setje houden. De beurt gaat, in tegenstelling tot het originele spel, dan toch over naar de volgende speler. Er zijn drie versies van het Stippenmemory, namelijk erbij-sommen, eraf-sommen en keersommen. Het Stippenmemory wordt de eerste twee keer gespeeld met erbij-sommen tot twintig met tientaloverschrijding, de derde en vierde keer eraf-sommen tot twintig met tientaloverschrijding, de vijfde tot en met de zevende keer keersommen waarin de tafels van 1, 2, 3, 4, 5 en 10 verwerkt zijn. Het spel is geschikt voor vier kinderen.

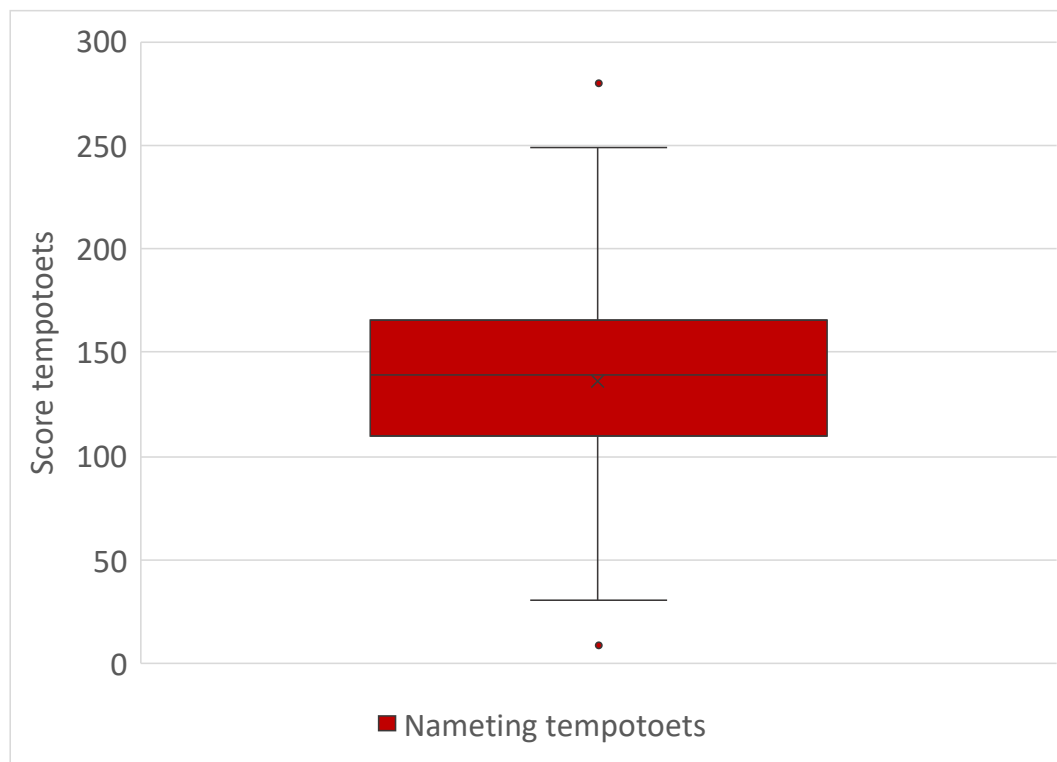
Appendix D: Boxplots



Figuur D1. Boxplot voor- en nameting metacognitie.



Figuur D2. Boxplot nameting Digit Span.



Figuur D3. Boxplot nameting tempotoets